N° D'ORDRE
65

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Jean SÉCHET

CHEF DE TRAVAUX A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BORDEAUX

1re **THÈSE.** — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA PRINTANISATION,

2e **THÈSE.** — PROPOSITION DONNÉE PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 21 Octobre 1952, devant la Commission d'Examen

MM. DANGEARD ..... *Président.*
DAVID ..... } *Examinateurs.*
MALVESIN-FABRE .. }

BORDEAUX
IMPRIMERIE J. BOUCHERIE & FILS
91 bis, Rue Camille-Sauvageau

1953

N° D'ORDRE
65

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Jean SÉCHET

CHEF DE TRAVAUX A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BORDEAUX

1re **THÈSE.** — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA PRINTANISATION,

2e **THÈSE.** — PROPOSITION DONNÉE PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 21 Octobre 1952, devant la Commission d'Examen

MM. DANGEARD ..... *Président.*
DAVID ..... } *Examinateurs.*
MALVESIN-FABRE .. }

BORDEAUX
IMPRIMERIE J. BOUCHERIE & FILS
91 bis, Rue Camille-Sauvageau

1953

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DES SCIENCES

MM.

Doyen . . . . . BRUS.

Doyens honoraires . . . . .
- PADE . . . . . Recteur honoraire de l'Académie d'Aix
- PICART . . . . . Membre de l'Institut.
- DUPONT . . . . . Directeur de l'École Normale Supérieure.
- CHAINE.
- MERCIER.

Professeurs honoraires .
- PADE . . . . . Recteur honoraire de l'Académie d'Aix.
- BOUNHIOL.
- DEVAUX . . . . . Membre de l'Institut.
- DUPONT . . . . . Directeur de l'École Normale Supérieure.
- PICART . . . . . Membre de l'Institut.
- DAURE . . . . . Recteur de l'Académie de Caen.
- CHAINE.
- KASTLER . . . . . Professeur à la Sorbonne.
- QUELET . . . . . Professeur à la Sorbonne.

Professeurs . . . . . .
- MERCIER . . . . . Radioélectricité.
- MILLOUX . . . . . Calcul infinitésimal.
- DANGEARD . . . . . Botanique.
- GENEVOIS . . . . . Chimie Biologique et Physiologie végétale.
- CAU . . . . . Physique expérimentale.
- BRUS . . . . . Chimie.
- AVEL . . . . . Zoologie et Physiologie animale.
- ROUSSET . . . . . Physique générale.
- ROGER . . . . . Mécanique rationnelle.
- WEILL . . . . . Anatomie comparée et Embryogénie.
- SERVANT . . . . . Physique.
- DUFRESNOY . . . . . Mathématiques générales.
- BOUNHIOL . . . . . Biologie animale.
- PISOT . . . . . Calcul des probabilités.
- DAVID . . . . . Biologie végétale.
- GAY . . . . . Minéralogie.
- SCHOELLER . . . . . Géologie.
- CALAS . . . . . Chimie organique.
- ALLARD . . . . . Chimie.
- GUIZONNIER . . . . . Physique.
- LAMARE . . . . . Géologie.
- COLMEZ . . . . . Mathématiques.
- PATY . . . . . Chimie.
- PACAULT . . . . . Chimie minérale et Chimie physique.

Maîtres de Conférences honoraires . . . . . .
- ARRIVAUT.
- DE PUYMALY.

Maîtres de Conférences
- MALVESIN-FABRE . . Botanique.
- CAMBAR . . . . . Biologie générale.
- RIBEREAU-GAYON . . Œnologie et Chimie agricole.
- Mlle JOSIEN . . . . . Chimie minérale.
- VIGNEAUX . . . . . Géologie.

Secrétaire principal . . . . ARTIGUELONG.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Contribution à l'Etude de la Printanisation

INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, plus particulièrement depuis la publication des travaux de Garner et Allard (1920), l'attention a été attirée par l'influence qu'exercent les facteurs climatiques sur l'époque de la « mise à fleurs ». Il a été rapidement reconnu que ce sont surtout la lumière et la température qui conditionnent la floraison. D'innombrables travaux ont été publiés sur ces questions dès que fut mis en évidence le rôle particulièrement important de l'illumination quotidienne dans la formation des ébauches florales. Les recherches entreprises en vue de déterminer la durée optima de cette illumination pour de nombreuses espèces ont abouti à une vaste enquête physiologique qui a permis d'établir l'existence de divers « types » de réactions à la lumière.

La température s'est aussi avérée d'une importance primordiale dans la formation des organes de reproduction chez les végétaux supérieurs. Mais l'expérimentation est, dans ce cas, plus délicate et plus difficile, car on opère sur les plantes entières dont le volume nécessite des installations importantes. Cependant, la technique expérimentale a été facilitée par les travaux de Lysenko qui ont mis en évidence l'état de réceptivité de la plante à la température, au début même du développement, lors de la germination. Beaucoup d'auteurs ont alors essayé, dans des conditions variées, de

rechercher les besoins thermiques de certaines plantes, plus spécialement des végétaux cultivés. Les remarques intéressantes qu'ils ont effectuées concernant l'influence exercée par la température sur la reproduction se rapportaient à un nombre restreint d'espèces, il importait donc d'étendre ces recherches et d'établir un inventaire des « types » de réactions à la température, non seulement pour des plantes annuelles mais aussi pour des bisannuelles ou vivaces, ligneuses ou herbacées.

Nous avons donc entrepris cette étude en la limitant à l'action du froid appliqué aux graines en germination. Au cours de nos six années d'expérimentation, de nombreuses espèces annuelles ont été étudiées à ce point de vue ainsi que d'autres bisannuelles ou vivaces. Les résultats obtenus par quelque 2.500 essais permettent de se rendre mieux compte des besoins thermiques de diverses espèces. Considérant que, dans la nature, les plantes sont soumises à la fois aux différents facteurs climatiques, nous avons, dans certains cas, étudié concurremment l'influence de la lumière et de la température qui sont en fait les deux facteurs les plus importants parmi ceux qui conditionnent la reproduction.

L'apparition des ébauches florales se trouvant sous la dépendance des différents facteurs externes et internes, elle résulte des modifications qu'exercent ces facteurs sur le métabolisme. Ces modifications extrêmement complexes sont encore mal connues. Pour tenter d'élucider ce problème, il nous a paru utile d'adjoindre à l'observation du comportement des plantes ayant subi l'action des basses températures, une étude du déterminisme de la floraison. Pour cela, l'expérimentation portant encore sur des plantes traitées par le froid, fut conduite de manière à établir l'influence des facteurs externes et internes, autres que le froid, susceptibles d'agir pendant et après le traitement. Dans le même but, afin d'analyser les modifications importantes résultant de l'action du froid, pendant le traitement, nous avons, concurremment avec les observations précédentes, poursuivi nos investigations par diverses techniques chimiques et cytolo-

giques. En un mot, nous tentons en approfondissant les données obtenues par cette technique d'aborder un problème plus général, celui du déterminisme de la reproduction chez les végétaux supérieurs.

Ce travail a été effectué au Laboratoire de Biologie végétale de la Faculté des Sciences de Bordeaux, sous la direction du Professeur David.

Avant d'aborder l'exposé de ces recherches, c'est pour nous un agréable devoir de témoigner ici nos sentiments de profonde reconnaissance à tous ceux qui nous ont permis de poursuivre ce travail.

Notre gratitude s'adresse d'abord à notre Maître le Professeur David qui, dès son arrivée à Bordeaux, nous a accordé toute sa confiance et n'a pas hésité à nous faire prendre une part active à ses recherches personnelles en nous confiant ce sujet d'étude. En nous prodiguant ses conseils éclairés, il a suivi nos travaux et ce fut pour nous un grand réconfort de sentir constamment son affectueuse bienveillance et son appui total dans les domaines tant scientifique que matériel. C'est donc une lourde dette de reconnaissance que nous avons contractée et nous ne saurions oublier ce que nous lui devons; que ce travail soit pour nous l'occasion de lui témoigner notre très respectueuse reconnaissance.

Nous n'oublierons jamais que, si nous avons eu l'immense joie de nous consacrer à la recherche, c'est à M. le Professeur Dangeard que nous le devons. Voilà en effet dix ans que nous devenions un de ses collaborateurs, c'est lui qui nous initia à la cytologie et qui dirigea nos premiers travaux, il fut donc notre premier Maître. Il nous fait aujourd'hui le grand honneur d'accepter la présidence du jury appelé à juger cette thèse, nous l'en remercions bien vivement et nous le prions de trouver ici l'expression de nos sentiments de respectueuse gratitude.

A M. Malvesin-Fabre, Maître de conférences à la Faculté, qui nous a prodigué tant de fois ses encouragements et nous a fait bénéficier de ses conseils judicieux, nous tenons à exprimer notre très profonde reconnaissance. C'est avec un inlas-

sable dévouement qu'il nous fit toujours profiter de sa haute compétence en Systématique, nous n'oublierons pas l'amicale sollicitude qu'il nous a toujours manifestée, qu'il soit assuré de notre respectueux attachement.

M. le Professeur Devaux, Membre de l'Institut, s'est intéressé à nos travaux nous faisant bénéficier de ses précieuses suggestions, les longs entretiens qu'il nous accorda nous furent très profitables. Il a bien voulu présenter nos notes à l'Académie des Sciences, qu'il reçoive ici l'hommage de notre profond respect.

Le Laboratoire ne possédant pas de terrain d'expériences, nous avons eu recours à l'hospitalité de M. le Professeur Avel, qui mit à notre disposition une partie du domaine de l'Institut de Zoologie, de M. le Professeur Dangeard, qui nous permit d'utiliser les ressources du Jardin botanique municipal qu'il dirige et de M. le Professeur Girard, de la Faculté de Médecine et de Pharmacie, dont le magnifique Jardin botanique, entièrement rénové par lui, fut si généreusement mis à notre disposition, qu'ils reçoivent ici l'expression de nos plus vifs remerciements, sans leur aide nous n'aurions pu entreprendre ce travail.

Ajoutons aussi que nous avons toujours trouvé auprès de leurs collaborateurs, M. Larroque, Jardinier chef du Jardin botanique municipal, et M. Ladevèze, Jardinier chef du Jardin botanique de la Faculté de Médecine, le plus entier dévouement et une aide toujours efficace. En même temps, nous remercions MM. Paigne et Prévot pour leur dévoué concours apporté dans nos expériences culturales.

Enfin, que tous ceux qui nous ont apporté leur aide ou leurs conseils, camarades et famille, reçoivent nos très vifs remerciements et soient assurés de notre profonde reconnaissance.

HISTORIQUE

L'étude de l'influence exercée par le froid ou la chaleur sur les graines en germination a fait l'objet, depuis une vingtaine d'années, d'innombrables travaux et le cas particulier de la printanisation représente à lui seul un chapitre important de la physiologie végétale. Ne pouvant donc citer tous les travaux qui s'y rapportent, nous nous limiterons, dans cet historique, à l'exposé de ceux qui ont apporté des éléments fondamentaux dans l'étude de ce phénomène.

Nous examinerons tout d'abord les travaux concernant le rôle joué par le froid, puis par la chaleur et enfin, très succinctement, celui de la lumière qui conditionne aussi les phénomènes de reproduction. Nous essaierons ensuite de dégager les notions essentielles résultant des recherches sur le déterminisme de l'action de ces facteurs. Nous exposerons enfin les hypothèses qui ont été formulées pour tenter d'expliquer, à la lumière de ces connaissances, les phénomènes de reproduction chez les plantes.

1. — LE FROID ET LA REPRODUCTION

Klippart (1857), Von Seelhorst (1898), Gassner (1918) sont les premiers auteurs qui ont étudié l'influence exercée par les basses températures sur les graines en germination. Puis Lysenko, en 1928, précisa que le froid est capable de modi-

fier le développement des plantes quelle que soit l'époque de la vie à laquelle on fait agir le traitement; et en 1936, Kostjucenko et Zarubailo signalent que cette action du froid est également efficace pendant la période de maturation des grains, alors qu'ils se trouvent encore sur la plante mère. La même année, Gregory et Purvis confirment ce phénomène et précisent que, pour le seigle, ce traitement doit s'effectuer au milieu de la période de maturation. Dès 1930, de nombreux auteurs russes, reprenant la question, ont cherché à utiliser ce phénomène en vue d'applications pratiques et ils ont donné à ce traitement le nom de jarovisation que les Anglo-Saxons ont appelé vernalisation, tiré du latin *vernum* (printemps) qui explique la dénomination française de printanisation.

a) *Céréales :*

Ces recherches de « printanisation » ont d'abord porté sur les céréales et c'est dans ce domaine qu'elles sont le plus étendues. En fait, le traitement des céréales d'hiver par le froid permet de les semer au printemps, elles forment des chaumes qui portent des épis fertiles tandis que les plantes non traitées restent à l'état de touffe herbacée. On les amène ainsi à se comporter comme des variétés de printemps, d'où le nom de printanisation appliqué à cette technique.

Ainsi, des variétés d'hiver de blé et d'orge traitées à + 2°C par Dolgusin et Lysenko (1929), ont donné, pour des semis pratiqués du 4 mars au 26 avril, des plantes qui montent plus précocement et dans un plus fort pourcentage que les témoins : ces derniers, dans les semis tardifs, ne parviennent même pas à monter. Des essais sur l'orge ont été tentés par Popova (1932) et par Kostov (1933); le premier constate que vingt-cinq jours de traitement à 2°C provoquent le maximum d'effet, le second applique une température de 4°C pendant trente-cinq jours pour parvenir au même but; en même temps, il expérimente sur l'avoine et n'obtient pas des résultats aussi uniformes, certaines variétés ne réagissant pas au

traitement. Pour le blé d'hiver, Mc Kinney et Sando (1933) constatent une reproduction considérablement accélérée par un traitement de cinquante-cinq à soixante-cinq jours, ils obtiennent dans l'année deux récoltes ou même davantage, suivant la variété. Ces résultats sont confirmés (Vasiljev, 1934) et étendus à de nombreuses variétés d'orge (Razumov et Smirnova, 1934). Dans ces expériences pratiquées sur une grande échelle, Fokev et Vyrov (1934) ont obtenu, dans cinq cent cinquante-huit fermes collectives, une avance de deux à quatre jours des plantes printanisées par rapport aux témoins, un nombre de plantes au mètre carré plus élevé (trois cent sept pour les printanisés, deux cent soixante-dix pour les témoins), une taille définitive supérieure et un rendement accru de 18,2 %. D'après Konovalov (1938), il y aurait une augmentation de récolte quoique les talles soient moins nombreux, car les épis portent des épillets plus nombreux et des grains plus abondants et plus lourds; de plus, dans les variétés précoces, la printanisation n'augmenterait pas la récolte. Une augmentation très importante de récolte (paille et grain) est signalée par Dix (1934) chez le seigle traité pendant quarante-cinq jours à 1-1° C. Lewicki (1950), en Pologne, obtient des rendements nettement supérieurs chez les plantes issues de grains printanisés, chez le blé, l'avoine et l'orge.

En Belgique, Larose et Vandervalle (1936) étudient de nombreuses variétés de blés d'hiver, alternatifs et de printemps qu'ils traitent pendant quinze, trente ou quarante jours. Ils parviennent ainsi à rendre les blés d'hiver aussi précoces que ceux de printemps. En Italie, Bricolli (1939) constate, après le traitement, un raccourcissement de la période végétative pour toutes les variétés de blés italiens. En France, Friedberg (1934) a expérimenté avec différentes variétés de blés dans la région parisienne; il remarque que le traitement provoque une avance dans les phénomènes de reproduction, très importante avec les blés d'hiver (vingt jours à deux mois), plus réduite (trois à six jours) avec les variétés alternatives et pratiquement nulle avec les variétés de printemps; le rendement est bien souvent amélioré. En

France également, la même année, Geslin et Servy obtiennent des avances importantes avec le blé Vilmorin 23 traité pendant quinze, trente ou quarante-cinq jours à 2-4°C, de plus le nombre des épis au mètre carré est considérablement accru dans les semis postérieurs au 15 mars. Bell (1935), à Cambridge (G.-B.), observe dans ses expériences préliminaires que les variétés d'orge et de blé d'hiver ont une épiaison plus précoce tandis que l'avoine n'accuse aucune différence après le traitement; l'année suivante, en pratiquant des semis échelonnés, il constate que l'influence est minimum pour le semis d'automne et maximum pour le premier semis de printemps.

Tamm et Preissler (1937) précisent que la germination doit être assez avancée pour le blé, plus que pour l'orge ou le seigle, au moment du traitement par le froid et qu'un traitement prolongé (soixante jours) donne les meilleurs résultats; ils indiquent, d'autre part, qu'il n'existe pas de diminution de la faculté germinative lors de la germination à basse température.

Dans les régions parisienne et marseillaise, R. David (1944) expérimente sur un certain nombre de céréales (avoine, blé, maïs, orge et seigle), et parvient à des conclusions analogues. Plus tard, Geslin, Bustarret et Margara (1949) constatent une avance de sept jours à la montée et de deux à quatre jours à l'épiaison pour des variétés alternatives et demi-alternatives, une diminution du tallage herbacé et une amélioration du rendement. Buvat et Richard (1949) proposent de remplacer, dans les Alpes, le seigle, habituellement cultivé, par du blé printanisé. Il faut aussi noter que l'exposition à des températures inférieures à 0°C permettrait la printanisation des céréales d'hiver et en augmenterait la productivité (Kulchitzkaya, 1945; Razumov, Feofanova et Oleinikova, 1948).

Pour les céréales de printemps, les résultats sont moins homogènes. Le blé de printemps, d'après Van Hoek (1934) en Hollande, bénéficie également d'un traitement de sept jours à 3-5°C et l'amélioration est plus nette après quinze

jours de traitement, tandis que, d'après Piescu (1933), en Roumanie, le traitement n'apporte aucune modification; de même, Munerati (1934), en Italie, ne note aucun avantage. Le rendement lui-même paraît être diminué (Lasser, 1938). Par contre, Konovalov et Frolova (1939) constatent que la récolte et le développement des épis sont accrus par le traitement préalable des blés de printemps. Wort (1939 et 1940), avec des variétés de printemps d'avoine, de blé, d'orge et de seigle, n'enregistre que deux ou trois jours d'avance, excepté pour l'orge où celle-ci a été de sept jours pour la floraison et de cinq jours pour la maturation. Pour le Blé Marquis, le même auteur signale que huit jours de traitement à 3°C avec 60 % d'eau permettent d'obtenir vingt et un jours d'avance et un accroissement de rendement de 21,04 %; il essaie ensuite trente-six variétés de printemps, vingt-sept d'entre elles accusent une avance et neuf un retard, d'où résultat peu significatif.

Outre ces résultats concernant la reproduction, il convient de signaler ceux obtenus par l'étude du comportement au point de vue végétatif, des plantes printanisées. Le rythme de développement foliaire des plantules printanisées de blé d'hiver est plus rapide, et d'autre part, la différence due au traitement, apparaît seulement lorsque la printanisation est complète (Sereiskii et Sluckaja, 1934). Purvis (1934) indique qu'un nombre minimum de feuilles doit être formé (7) avant que la différenciation des primordia floraux puisse avoir lieu. Lamberton et Parkinson (1935) printanisent pendant vingt-deux jours du blé d'hiver et constatent que la levée est plus précoce et moins bonne dans les lots printanisés, le traitement favorise la fructification, mais agit de manière défavorable sur la végétation (vigueur, tallage). En 1941, R. David remarque que la printanisation inhibe les « racines séminales » et diminue sensiblement le nombre et l'importance des racines de formation ultérieure, il y a une diminution du système radiculaire dès le début de la croissance; ces observations infirment celles de Fokeev et Vyrov (1934) qui voient une croissance des racines stimulée après printanisation. En

outre, le froid provoque la formation et l'allongement du chaume axial et des chaumes latéraux, il inhibe la différenciation foliaire d'un grand nombre de bourgeons axillaires, mais il provoque un plus grand accroissement des feuilles qui ont pris naissance (R. David, 1945).

Le taux d'élaboration et d'accumulation des matières sèches est supérieur chez les plantes printanisées de blé et de millet (Buzovir, 1936). Les plantes printanisées possèdent une activité physiologique plus grande, elles absorbent et utilisent mieux l'azote au début de la croissance (Kudriavtzev, 1946).

b) *Autres plantes.*

Les recherches sur la printanisation n'ont pas été limitées aux céréales. Konovalov, en 1934, a obtenu, avec les lentilles, des résultats analogues à ceux concernant le blé et le millet. Beaucoup d'autres espèces ont été étudiées, mais ici l'expérimentation a été moins poussée. Lowig (1934) obtient une avance importante à la montée après printanisation de la betterave sucrière; Cesnokov (1934), de son côté, constate une augmentation du taux de montée à graines. Pour le lupin, Mc Kee (1935) indique comme traitement optimum quarante jours à 0°C. Ivanov (1934) étudie de nombreuses espèces, notamment : *Ervum lens, Cicer arietinum, Coriandrum sativum, Eruca sativa, Camelina sativa, Helianthus annuus, Carthamus tinctorius, Papaver somniferum, Linum usitatissimum* qu'il soumet au froid à l'état de jeunes plantes; il constate, dans tous les cas, un retard à la floraison, toutefois, il note un accroissement de la quantité de graines récoltées, plus spécialement pour le lin. Dans certains cas, il observe une augmentation de la surface foliaire.

Burr et Turner (1935), en traitant des plantules de tomate et de concombre constatent un effet défavorable; cependant ces mêmes auteurs (Turner et Burr, 1937), après vingt jours de traitement n'obtiennent aucun résultat avec la tomate, le souci et les pois; par contre, Goodall et Bolas (1942) signalent une augmentation de la quantité de fruits par trai-

tement des graines de tomate; R. David (1946) obtient, avec la variété de tomate « Pierrette rustique précoce » et après un traitement de cinquante jours à 2°C, une avance sensible à la formation et à l'accroissement des premières feuilles, à la floraison et à la fructification et augmentation de rendement.

Sen et Chakravarty (1938), aux Indes, expérimentent sur une espèce de moutarde : *Brassica juncea;* le traitement avance la floraison, cette avance est plus accentuée lorsque les graines sont germées avant la mise en chambre froide que lorsqu'elles sont seulement gonflées. Les graines germées doivent être semées très soigneusement car le séchage leur est fatal, il n'en est pas de même pour les graines seulement gonflées qui peuvent être séchées et conservées ainsi pendant un certain temps avant le semis. R. David (1942), étudiant *Sinapis alba,* obtient une avance de huit jours à la floraison et de dix jours à la maturation après vingt jours de traitement à 3°C.

Le pois chiche, *Cicer arietinum,* traité par Pal et Murty (1941) à basse température au moment de la germination, accuse une avance pour le début de la phrase reproductive tandis que, traité à haute température, il manifeste un net retard. Avec la même espèce, Pillay (1944) n'observe aucune différence après sept jours de traitement à basse température alors que quatorze jours de froid entraînent une avance de trois jours à la floraison; il n'existe pas de différence significative dans le poids sec des gousses et des tiges.

Les semences de laitue traitées pendant dix jours à —5°C donnent des plantes pour lesquelles le poids frais et la valeur marchande sont augmentés (Rudorf et Stelzner, 1934). Après vingt-huit à cinquante-six jours de traitement à 4°C, les plantes montent quatorze à vingt jours plus tôt que les témoins (Gray, 1942). Simpson (1943) par un traitement de cinquante-six jours pour la laitue et de seize jours pour une variété de chou avance de vingt jours la floraison de ces espèces. Avec la variété « Nansen », R. David (1946) constate que la reproduction est d'autant plus précoce que

le traitement est plus prolongé (quarante-six à cent dix jours). Warne (1947) obtient une avance à la floraison de trente et un jours après vingt-quatre heures de traitement à — 4°C.

De nombreuses recherches se rapportent à la pomme de terre. Des traitements assez différents ont été appliqués aux tubercules, avant la plantation. Lysenko et Dolgusin exposent les tubercules à la lumière continue et à une température de 15 à 20°C. Il en résulte selon ces auteurs une augmentation de rendement. Razumov et Smirnova (1934) signalent que la production des tubercules est favorisée par la combinaison des jours longs et des basses températures. Cette influence des basses températures a été remarquée par Miege (1935, 1938) qui, après conservation des tubercules de semence en chambre froide, note une augmentation du rendement. R. David (1943), après avoir combiné de diverses manières les facteurs lumière et température, conclut que le traitement par le froid suivi de l'action de la lumière donne le meilleur accroissement de rendement. Pietre (1947) préfère le terme « d'activation » des semences résultant du séjour des tubercules germés à 3°C, pendant trois mois. Il obtient une augmentation de rendement de 40 %. Patissier (1949) parvient au même résultat. Enfin Driver (1947), étudiant la question en Grande-Bretagne, obtient des résultats analogues par différents procédés déjà mentionnés et estime que la printanisation est la technique la plus simple pour les petites exploitations.

Signalons encore quelques travaux qui se rapportent à la pathologie et à la génétique. Au cours de ses recherches, Lasser (1938) signale que les plantes printanisées sont moins atteintes par la carie et par le charbon. Munerati (1934) constate que les plantes provenant de semences printanisées sont plus sensibles à la rouille. Dans les cultures de chou printanisé, l'attaque par le *Botrytis sp.* est réduite de 50 % environ (David, 1946). Enfin, en 1950, Engel constate que la résistance des jeunes plantules aux rayons X est accrue après le traitement de printanisation.

Les chercheurs russes ont considéré les effets ultérieurs du traitement ; c'est ainsi que Cepikova (1935) étudiant des graminées vivaces, *Alopecurus pratensis* et *Phleum pratense*, constate que les effets de la printanisation sont plus marqués la deuxième année de culture. Le caractère héréditaire de certaines transformations est signalé par Zarubailo et Kisijuk (1948) ainsi que par Avakjan (1948) qui affirme que des blés printanisés auraient transmis à leur descendance leurs caractères nouvellement acquis, il se fonde sur ces conclusions pour rejeter les « unités héréditaires » classiques.

2. - LA CHALEUR ET LA REPRODUCTION

En ce qui concerne l'influence de la chaleur, les résultats sont beaucoup moins nombreux. Un tel traitement soulève d'ailleurs des difficultés techniques importantes du fait de la chaleur et de l'humidité que l'on est obligé de fournir aux graines ; ces deux facteurs favorisent une croissance importante de l'embryon, ce qui est un obstacle à un semis normal, ils facilitent en outre le développement des moisissures.

Le millet, d'après Lysenko, nécessite après trempage un traitement à l'obscurité de 5 à 10 jours à 25-30° C. D'après Fokeev et Vyrov (1933), des essais pratiqués en Russie ont montré les très grands avantages d'un tel traitement.

Le maïs, toujours selon Lysenko, demanderait lui aussi un traitement analogue mais d'autres auteurs, en utilisant cette technique, n'ont obtenu que des résultats négatifs (Haigh à Ceylan, 1934; Sprague, 1934). Par contre, R. David (1944) a obtenu des résultats positifs avec cette espèce par action du froid sur les semences en germination.

Haigh (1934), en traitant des semences de riz par la chaleur à Ceylan, constate un effet favorable, de même aux Indes, Hedayetullah et Sen (1941), Parija (1943), Kar et Adhikary (1945), Hedayetullah et Ghosh (1946) remarquent que le traitement par les hautes températures se traduit par une accélération de la floraison chez quelques variétés.

Pour le coton, tous les essais ont été effectués à 25-30° C. et Pudovkina et Taslanov (1934), Ivanisin (1934), Kostov (1933), constatent un effet favorable.

Le soja semble être une plante qui bénéficie d'un traitement par la chaleur. R. David (1946) obtient par ce procédé une avance à la floraison et à la maturation, néanmoins, il note aussi une avance à la maturation après ce traitement par le froid. Signalons encore que Mc Kee (1935), en traitant des semences de soja, vulpin, crotalaire, par des températures élevées, obtient des plantes qui manquent de vigueur et qui accusent un retard à la floraison.

Dans l'ensemble, les résultats obtenus après un traitement de printanisation par la chaleur sont donc inconstants et, d'autre part, à cause des inconvénients que nous signalons plus haut, le traitement paraît d'une application difficile.

3. LA LUMIERE ET LA REPRODUCTION.

Si les phénomènes de reproduction, comme nous venons de le voir, sont nettement influencés par le facteur température appliqué pendant la germination des semences, la lumière joue aussi un rôle de première importance dans ces phénomènes. Aussi de nombreux auteurs ont-ils étudié l'action de la lumière et, par extension du terme, ont créé l'expression de « printanisation par la lumière ».

Ainsi Cailahjan (1933) effectue des expériences avec des variétés d'hiver de Blé, Orge, Seigle, *Vicia villosa*, et des variétés de printemps auxquelles il applique de nombreux modes de traitements par la lumière. Ce traitement comporte notamment une exposition en lumière continue : il est plus efficace quand la lumière est appliquée à partir de l'émergence des plantules que lorsqu'il est appliqué à des plantes en culture. Ce second cas d'ailleurs se rapporte au photopériodisme plutôt qu'à celui de la printanisation, *sensu stricto*, aussi nous ne l'aborderons pas ici. Sircar (1944) constate que la printanisation du Riz par les basses températures n'en-

traîne aucune précocité mais signale que l'exposition des jeunes plantes à des jours courts (8-10 h.) accélère la sortie et le développement des épis et augmente le rendement en grains; de même, Sircar et Parija (1945) au Bengale, abrègent la durée de la préfloraison des variétés de Riz d'hiver par exposition aux jours courts.

Il faut enfin signaler que d'autres facteurs sont capables d'influencer la formation des organes de reproduction.

Les ultra-sons appliqués à des tubercules de Patates influenceraient à la fois le cours du développement et la récolte, selon Istomina et Ostrovskii (1935). Kavcevic et Korzun (1934) font subir à des graines sèches de Tomate les rayons ultra-violets, un champ magnétique, un courant électrique ou l'air liquide, ils accélèrent ainsi la formation de fleurs et de fruits et souvent la récolte, bien que le poids du fruit fût souvent réduit. Dorosenko (1930), en traitant le Colza d'hiver par les rayons X, provoque, avec la croissance végétative, la floraison des plantes alors que les témoins restent au stade de rosette.

Godnev et Golicynskii (1935) font agir des agents réducteurs tels que glucose, formaldéhyde, pyrogallol... et des agents oxydants tels que chlorate de potassium, sulfate ferrique, mais les substances utilisées n'ont que peu d'influence, à l'exception du pyrogallol, qui accélère l'épiaison de cinq à sept jours chez le Blé printanisé, tandis que cet effet ne s'observe point chez le Blé non printanisé.

En résumé, divers facteurs, et notamment les basses températures, accélèrent la formation des fleurs et modifient plus ou moins les rendements des récoltes. Dans le cas du froid, on a remarqué en outre que l'action favorisante exercée par les basses températures peut être supprimée en exposant les grains printanisés à la chaleur, c'est la « déprintanisation ». Gregory et Purvis (1936-1937) réussissent à déprintaniser du Seigle en le soumettant à une température de 20°C. en atmosphère d'Azote, et à reprintaniser ce dernier (trois semaines à 1-3°C. dans l'air). Lojkin (1936) remarque que le séchage des graines printanisées, comme leur expo-

sition à des températures plus élevées, diminue ou annule la printanisation déjà produite. Efeikin (1939, 41, 47) parvient à déprintaniser des Blés d'hiver par une exposition de cinq jours à 35-36°C.; la réversibilité du processus de printanisation serait pour lui une conséquence des mécanismes enzymatiques qui le conditionnent. Les graines de Moutarde printanisées conservent leur pouvoir germinatif sans déprintanisation quand on les sèche et les conserve dans une étuve pendant plus de six ans, à condition que, pendant le traitement, elles n'aient pas germé, qu'elles soient simplement gonflées (Sen et Chakravarty, 1946); Lang et Melchers (1948) détruisent la printanisation des graines de *Hyoscyamus niger* en les traitant par la chaleur. Cependant, nous devons signaler qu'actuellement, la réversibilité du processus est controversée (Avakjan, 1949; Razumov, 1950, et Dupéron, 1951). Tout récemment, Purvis et Gregory (1952) ont montré dans un mémoire très détaillé que la dévernalisation n'est effective qu'en cours de traitement, le degré de dévernalisation par la chaleur varie en raison inverse de la durée de vernalisation préalable. Après douze semaines de vernalisation, pour le Seigle Petkus, la dévernalisation n'est plus possible.

4. LE DETERMINISME DE LA REPRODUCTION.

La réversibilité de la printanisation semblerait montrer que ce phénomène consiste en l'élaboration d'un ou plusieurs facteurs susceptibles de disparaître dans certaines conditions.

On a donc voulu connaître la nature de ces facteurs et on a recherché notamment s'il s'agissait de substances provenant du métabolisme de la germination à basse température.

Ainsi, pendant le traitement de printanisation, R. David (1947) enregistre une augmentation plus importante du poids sec de la plantule et du cotylédon chez les grains printanisés de Blé Vilmorin 27 que chez leurs témoins; au contraire, le poids sec des albumens de grains printanisés diminue

sensiblement par rapport à celui du témoin. Petrucci (1949) constate que le poids sec des plantules, au cours de la printanisation, varie avec l'âge suivant une courbe en S, tandis que l'intensité respiratoire des tissus de l'albumen suit une courbe parabolique. Met (1950), étudiant la respiration du Blé en germination normale et pendant le traitement de printanisation, établit quatre phases dans la germination normale; il constate que pendant le traitement, la seconde phase est seule intéressée. Elle est caractérisée par une lente augmentation de l'intensité respiratoire et par un quotient respiratoire s'accroissant jusqu'aux environs de l'unité. Au cours du traitement, l'I.R. est très faible et l'augmentation du Q.R. s'étale sur une longue période.

Des études microchimiques pratiquées sur des embryons de graines printanisées ont permis un certain nombre de remarques. Bassarskaja (1934) étudie les modifications de colorabilité des cellules et constate que les cellules du point de croissance, après traitement au chlorure ferrique suivi de l'action du ferrocyanure de potassium, se colorent intensément en bleu, tandis que, dans les plantules non printanisées, elles restent incolores ou deviennent jaunes ou vertes. Il en conclut que la printanisation pourrait produire une modification dans le potentiel d'oxydo-réduction des cellules. Ce même auteur, en utilisant d'autres colorants : violet de méthyle, rouge neutre à 0,0025 %, chrysoïdine à 0,01 % et rhodanine à 0,01 %, parvient, en traitant des épidermes de feuilles de Blé et de Coton, à diagnostiquer les potentialités de reproduction de ces plantes.

En traitant des coupes avec des solutions tampons de pH différents et en faisant agir ensuite des colorants jouant le rôle d'indicateurs colorés, Richter (1934) constate que le point isoélectrique des tissus de semences de Blé d'hiver et de Coton américain est différent après printanisation, il est au-dessous de pH 3,8, tandis que dans les semences non printanisées, il se situe au-dessus de pH 4. Gravilova (1935), reprenant cette méthode, observe aussi un changement de pH, mais il serait suivi d'un retour à sa valeur initiale. Wort

(1939) confirme un déplacement du point isoélectrique de pH 5,32 à pH 4,88 après traitement de printanisation.

Au cours de ses études cytochimiques, R. David (1945) signale en outre que les réserves protidiques des embryons de Blé, constituées par les grains d'aleurone, sont beaucoup plus solubilisées après le traitement que chez les témoins parvenus au même état de développement apparent. En 1947, ce même auteur, étudiant les réserves lipidiques, parvient à des conclusions analogues : la lipolyse est accentuée par le traitement de printanisation.

L'étude des constituants biochimiques des graines printanisées, effectuée seulement dans quelques cas, a montré des différences importantes avec les graines non traitées par le froid. Dans les graines de *Lupinus angustifolius*, la teneur en sucres réducteurs augmente au fur et à mesure de la printanisation à 6-7°C., tandis que si le traitement a lieu à 4-5°C., elle tombe graduellement (Sapoznikova, 1935). Pour les graines de Moutarde, les résultats sont semblables (Dupéron, 1949). En ce qui concerne les substances azotées, Konovalov et Rogalev (1937) ont montré que la quantité totale d'azote varie peu, mais qu'il existe une forte augmentation des composés azotés solubles et une diminution des protéines insolubles. Les lipides, étudiés dans le grain entier de Blé par Dupéron (1946), montrent une diminution de la teneur en acides gras, une augmentation de l'insaponifiable, une élévation de l'indice d'iode des acides gras et une diminution du poids moléculaire de ces acides. R. David (1951) montre que, dans les embryons isolés de Blé, la lipolyse est plus accentuée au cours du traitement. Ainsi, la printanisation favoriserait l'utilisation des réserves lipidiques. Ces transformations paraissent résulter de l'action prolongée des enzymes aux basses températures.

Des recherches sur les propriétés enzymatiques des semences, au cours de la printanisation, ont conduit Demkovskii (1932) à constater que l'activité protéolytique augmente continuellement pendant le traitement de printanisation, alors que la catalase atteint un maximum de 175 % durant les trente premiers jours, tombe temporairement et

à nouveau atteint un maximum le trente-cinquième jour; pour l'amylase, l'activité suit sensiblement celle de la catalase. Au contraire, Richter, Rancan et Pekker (1933) voient un accroissement graduel de l'amylase au cours du traitement, ils notent aussi que l'activité de la peroxydase présente deux maxima, aux quinzième et trente-neuvième jours du traitement. En comparant la teneur en enzymes des grains printanisés et non printanisés, Sen (1943-44, 1944-45) trouve que diastase et phosphatase chez le Blé, lipase, catalase et phosphatase chez la Moutarde, et « diastase » chez l'Orge existent en quantité plus importante chez les printanisés. Demkovskii considère que l'accumulation des sucres dans la graine prédisposerait la plante à fleurir.

Gregory et Purvis (1938) ont montré d'ailleurs la possibilité de printaniser des embryons séparés de Seigle, à condition qu'on leur fournisse des glucides et des sels nutritifs, ils confirment ainsi l'hypothèse de Lysenko que le lieu de la printanisation est dans l'embryon. Mc Kinney et Sando (1935) notaient un résultat analogue quand ils mutilaient des embryons avant refroidissement, mais en maintenant le contact avec l'albumen. Gregory et de Ropp (1938) constatent que la printanisation est impossible si on omet le sucre dans le milieu où vivent les embryons séparés. Purvis (1940) démontre que si l'apex de la tige, isolé de l'embryon, est soumis à basse température et s'il dispose de sucre, il est capable de régénérer la plante entière, qui « paraît avoir été printanisée ». Sen et Chakravarti (1947) réussissent eux aussi à printaniser des embryons isolés de Moutarde, l'addition de glucides au milieu ne leur apparaît pas nécessaire et les cotylédons n'interviendraient pas dans le processus de printanisation.

En réalité, la solution du problème est beaucoup plus complexe et si les glucides sont nécessaires, comme l'ont montré Gregory et ses collaborateurs, ils apparaissent comme insuffisants. Le processus de printanisation comporte, semble-t-il, des phénomènes de nature hormonale assez mal connus. Cholodny (1936) pense que les hormones qui se trouveraient dans les cotylédons ou l'albumen de la graine

s'accumuleraient, pendant la printanisation, dans la plantule, provoquant ainsi une accélération des premières phases du développement et un raccourcissement végétatif. Cette conception paraît très discutable après les expériences de Gregory et Purvis (1938), qui parviennent à printaniser des embryons de Seigle séparés de l'albumen. Cholodny et Gorbowski (1939) ont montré une intensification considérable de la photosynthèse sous l'influence de l'hétéroauxine introduite dans les feuilles, mais Hatcher (1943), par des dosages à l'aide du test avoine, a montré que pour le Seigle la quantité d'auxine formée est toujours sensiblement la même, quelle que soit la température de germination. Harder et Van Senden (1949) montrent que le facteur de croissance a une action antagoniste de l'hormone de floraison car, en élevant la concentration d'hétéroauxine, la formation des fleurs diminue.

Signalons en outre que Sereiskii et Sluckaja (1934) ne voient aucune influence hormonale car, en injectant des tissus broyés de graines printanisées dans « l'endosperme » de graines non traitées, ils n'obtiennent aucun effet. En dehors de la question des auxines déjà connues, on n'a pu isoler jusqu'à ce jour aucune hormone de floraison dont on suppose, à juste titre, l'existence; dans ce domaine, les recherches n'ont abouti qu'à l'édification d'hypothèses.

5. HYPOTHESES.

Lysenko (1932) distingue deux phénomènes dans la vie de la plante, la croissance et le développement; le premier consisterait en une augmentation du volume et du poids de la plante; le second, totalement indépendant du premier, consisterait en un passage progressif par différents états successifs ou phases déterminés par des facteurs climatiques spéciaux. Son point d'aboutissement est la reproduction. Selon Lysenko, une phase ne peut commencer que si la précédente est terminée. Il distingue ainsi la thermophase conditionnée par la température et la photophase dépendant de

la lumière ou de l'obscurité. Il existerait en outre une troisième phase, la gamétophase, qui dépendrait de la lumière, mais qui réclamerait des conditions différentes de la précédente.

Considérant l'importance des facteurs hormonaux dans la reproduction, Gregory et Purvis (1937) formulent une hypothèse selon laquelle une substance A existant dans l'embryon de Seigle d'hiver est transformée par autocatalyse aux basses températures en substance B, qui s'accumule dans l'embryon. Cette substance, sous l'influence des jours courts auxquels sont soumises les plantes au début de la culture, se transformerait en un facteur C, réaction réversible ayant lieu à l'obscurité. Sous l'influence d'une longue photopériode, C donnerait une substance D formative de l'épillet. La substance B pourrait se transformer en une substance E, favorisant la production des feuilles. A la suite de leur récente étude sur la dévernalisation du Seigle d'hiver Petkus, Purvis et Gregory (1952) ont légèrement modifié le schéma qui, par l'interposition d'une nouvelle substance hypothétique A', deviendrait :

$$\begin{array}{ccccccc} & & & & E & & \\ & & & & \uparrow & & \\ A & \rightleftarrows & A' & \rightarrow & B & \rightleftarrows & C \rightarrow D \end{array}$$

La transformation réversible de A en A' montre les possibilités de dévernalisation à haute température et de revernalisation, ces possibilités devenant de plus en plus restreintes à mesure que le traitement par le froid se prolonge.

D'autre part, Van de Sande Bakhuyzen (1947) propose un schéma de développement comprenant trois phases physiologiques au cours desquelles des transformations dans les systèmes hormonaux s'opéreraient :

— la thermophase, se déroulant au froid, au cours de laquelle s'élaborerait un enzyme qu'il appelle « vernalase ».

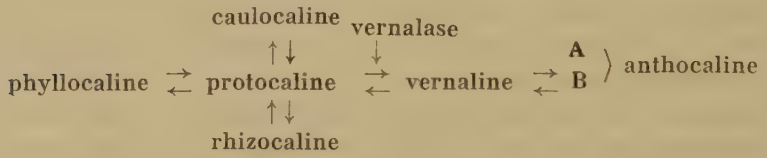
— l'interphase, période de début de culture, caractérisée par de hautes températures et éventuellement des jours courts. Ici, la protocaline (substance mère des hormones

spécifiques) est transformée en « vernaline » sous l'influence de la « vernalase ». Le produit final de l'interphase doit atteindre un certain niveau critique avant que la phase suivante ait lieu.

— la photophase (haute température, longueur de jour optima), au cours de laquelle la vernaline peut donner une certaine quantité de substance B sensible à la lumière, qui peut se combiner avec une substance A produite durant la photosynthèse pour former une autre combinaison B-A sensible à la lumière ou une substance de floraison stable à la lumière

B - A - B (anthocaline florigène)

Il obtient alors le schéma suivant :



Dans l'ensemble, ces hypothèses, malgré des différences de détail, sont concordantes, elles admettent la nécessité de basses températures et de photopériodes convenables.

6. BUT ET PLAN DU TRAVAIL.

En présence de ces nombreux résultats trop souvent fragmentaires, il importait de préciser et d'approfondir, dans les conditions climatiques de la France, l'étude des phénomènes de printanisation par le froid et d'effectuer des essais sur des espèces non encore expérimentées à ce point de vue. Ces résultats, ainsi que ceux que nous avons obtenus par l'emploi de techniques biologiques spéciales, de techniques biochimiques et cytologiques classiques, nous permettront d'effectuer une synthèse critique et de jeter quelque clarté sur le rôle du froid dans le développement des végétaux. Ils apportent enfin une contribution à l'étude du déterminisme des phénomènes de printanisation.

Notre travail sera donc constitué de deux parties :

— La première a trait à l'étude du comportement des plantes printanisées. Après avoir exposé les méthodes d'étude au cours desquelles nous décrirons nos techniques de printanisation et d'observation, nous rendrons compte des résultats obtenus en culture normale avec les principales espèces étudiées, espèces qui seront classées d'après leur **mode de réaction au traitement.**

— La seconde partie se rapporte au déterminisme de la reproduction, elle comportera d'abord une étude expérimentale des facteurs agissant au cours du traitement de printanisation. L'eau, la température, l'atmosphère ambiante et la lumière retiendront d'abord notre attention, puis nous essaierons, par des techniques de transplantation et de mutilation, de localiser le déroulement des phénomènes de printanisation et de déterminer le rôle des différentes parties des semences. Ensuite, l'addition pendant le traitement de substances vitaminiques hydrosolubles entrant dans la constitution de certains enzymes et de substances synthétiques à action hormonale, montreront le rôle possible de ces enzymes et l'éventualité d'un processus hormonal. Les techniques cytologiques apportant leur contribution permettront une plus juste interprétation des résultats obtenus. Enfin cette étude sera complétée par le dosage des composés biochimiques des graines, qui pressera leur métabolisme pendant le traitement et renseignera sur l'activité des processus enzymatiques. Enfin, considérant qu'il est nécessaire d'établir avec précision le rôle des facteurs externes qui agissent sur les plantes (printanisées et témoins), nous avons complété cette étude par des expériences culturales effectuées dans des conditions expérimentales aussi précises que possible, afin de déterminer le rôle éventuel des facteurs température **et lumière.**

C'est tout le problème de la reproduction des végétaux supérieurs qui se trouve ainsi posé. Devant un champ d'expérimentation aussi vaste, il convenait d'établir des

limites strictes à nos recherches, et la grande difficulté a consisté dès lors à ne pas s'en écarter. Il nous a fallu bien souvent résister aux perspectives séduisantes de recherches en apparence plus fécondes, mais en vérité surtout plus attrayantes. Il ne faut pas perdre de vue que pour être fructueuses, de telles recherches exigent des bases solidement établies. N'arriverions-nous qu'à ce stade, notre but serait atteint et nous conserverions l'espoir qu'un jour notre effort sera récompensé, car il nous permettra d'entreprendre d'autres investigations susceptibles de nous conduire à des conclusions plus fermes.

PREMIERE PARTIE

LE COMPORTEMENT DES PLANTES PRINTANISEES

La manière dont réagissent les plantes au traitement de Printanisation est éminemment variable suivant les espèces et les variétés, les conditions climatiques elles-mêmes peuvent déterminer des réponses différentes; nous nous proposons donc d'examiner les effets du traitement sur un certain nombre d'espèces.

Nous exposerons tout d'abord les techniques utilisées dans cette étude, puis nous donnerons les résultats obtenus, en adoptant une classification établie d'après les effets exercés par le traitement à basse température sur les phénomènes de reproduction.

Nous distinguerons les plantes pour lesquelles le froid exerce sur la reproduction une action :

— *déterminante :* sans le traitement, ces plantes ne parviendraient pas à se reproduire dans les conditions habituelles de culture et pour un semis trop tardif. C'est le cas des céréales d'hiver, que l'on sème normalement en automne, chez lesquelles le froid se montre capable de déterminer une reproduction normale alors qu'elle est impossible après un semis printanier tardif.

— *favorisante :* dans cette catégorie figurent les plantes qui, même sans traitement, peuvent se reproduire; le traitement par le froid améliore seulement le déroulement du phénomène en provoquant des avances notables.

— *limitée ou indifférente :* ces plantes ne paraissent tirer qu'un avantage restreint à l'une des étapes de la croissance ou de la reproduction, ou même ne subir aucune influence.

Il nous a semblé préférable de considérer les effets du traitement plutôt que les exigences des plantes à l'égard du froid, comme le préconise Chouard (1949), car nous verrons dans cette étude que les besoins des plantes n'ont rien d'absolu et que des espèces peuvent bénéficier très largement de la printanisation sans que cette dernière se montre absolument nécessaire. Les effets du froid se traduisent par des phénomènes tangibles, que l'on peut enregistrer, tandis que les besoins des plantes peuvent varier selon les conditions extrinsèques : ainsi, une plante peut ne manifester qu'un faible besoin de froid mais, cependant, en tirer un grand profit.

CHAPITRE PREMIER

METHODES D'ETUDE

L'étude de la printanisation réclame tout d'abord une technique bien établie, puis une culture des plantes dans des conditions toujours identiques, afin de réduire au minimum les variations des facteurs agissant sur la reproduction, tels que température et lumière naturelles. La technique de printanisation, les modalités de culture et enfin le détail des observations et des mesures constitueront les trois points que nous examinerons dans ce chapitre.

1. TECHNIQUE DE PRINTANISATION.

Les graines sont placées dans des récipients en verre, le plus souvent dans des cristallisoirs, recouverts d'un disque de verre pour éviter l'évaporation; l'épaisseur de la couche de graines ne dépasse pas le tiers de la hauteur du cristallisoir de façon à laisser au-dessus un volume d'air suffisant. Dans certains cas, soit que les graines aient une faible dimension, soit que nous en possédions une quantité trop limitée, nous avons trouvé plus pratique d'utiliser des tubes de Borrel ou même des tubes à essais obturés par du papier cristal maintenu par un bracelet de caoutchouc; dans ces cas-là, le volume des graines, comparé à celui du vase, était très faible.

Les graines sont préalablement gonflées avec une quantité convenable d'eau de conduite, variable avec les espèces, de manière à leur permettre de passer à l'état de vie active avant tout traitement. Il convient de rechercher le pourcentage *optimum* d'eau qui permet le départ du développement sans toutefois que la quantité soit assez importante pour favoriser une croissance trop rapide de la plantule, ce qui gênerait les manipulations. Le poids d'eau exprimé en pourcentage du poids de graines fraîches est déterminé par des essais successifs. En règle générale, il faut arriver à fournir aux graines la quantité *minima* d'eau capable d'entraîner le déclenchement des phénomènes de vie active.

Les graines ainsi gonflées sont maintenues aux environs de 15°C. jusqu'à ce que 50 % environ des semences commencent à germer. A ce moment, on place les récipients en chambre froide. Il est inutile d'attendre que les plantules soient très développées, il en découle des inconvénients lors des brassages successifs et surtout au moment du semis. Les chambres froides, du type des grandes armoires frigorifiques de ménage, étaient réglées à la température de 2°C., les variations maxima de température, appréciées par un thermomètre enregistreur, étaient de l'ordre de ± 1°C. N'ayant pas suffisamment de chambres froides à notre disposition, nous n'avons utilisé que cette température de 2°C., car elle s'est avérée la plus favorable.

Durant le séjour en chambre froide, les graines sont brassées périodiquement par agitation des cristallisoirs afin de maintenir une humidification uniforme et d'éviter la prise en masse des graines par intrication des radicules; cette manœuvre empêche en outre le développement des myceliums de champignons qui, quelquefois, peuvent envahir le cristallisoir. Nous avons rejeté l'emploi des produits fongicides afin d'éviter les perturbations, si minimes soient-elles, qu'ils seraient susceptibles d'entraîner dans le métabolisme des graines en germination. Nous devons préciser qu'avec des brassages répétés nous n'avons eu que très rarement des moisissures. Une fois par semaine au moins, tous les cristallisoirs étaient sortis de la chambre froide et

remués; pendant cette opération, nous laissions les portes ouvertes, ce qui permettait le dégivrage de l'évaporateur, précaution indispensable pour obtenir une température sensiblement constante.

2. CULTURES EXPERIMENTALES

Après un séjour convenable en chambre froide, les graines étaient semées sur le terrain d'expériences, les semis étant effectués en ligne, les graines suffisamment espacées afin de ne pas confondre les différents pieds. Quelque temps après la levée, si le semis était trop dense, on l'éclaircissait pour la même raison. En même temps, un semis *Témoin* était effectué dans les mêmes conditions avec des graines mises auparavant à germer de manière à ce qu'elles se trouvent, à la mise en terre, dans le même état morphologique que les semences traitées. Pour les plantes passant naturellement l'hiver en terre et qui, par conséquent, supportent assez bien les gelées, nous avons effectué des semis normaux en automne ou en hiver (ce sont nos « *Témoins d'hiver* »), et d'autres semis au moment de la mise en chambre froide. Ces différents semis permettent d'utiles comparaisons, soit que les plantes aient la même durée de vie normale en terre avec seulement le froid artificiel en supplément pour une catégorie, soit qu'elles aient la même durée de vie active, le séjour en chambre froide trouvant son équivalent en durée par un séjour en terre des témoins, soit enfin que l'on compare avec des plantes ayant poussé normalement pendant l'hiver et ayant subi le froid naturel.

Durant sa vie, la plante est placée dans des conditions d'humidité aussi convenables que possible par des arrosages pratiqués avec un tourniquet fonctionnant avec l'eau sous pression.

3. OBSERVATIONS ET MESURES

Pendant toute la vie des plantes, nous notions régulièrement la taille et toutes les particularités physiologiques intéressantes. L'étude de la croissance se fait par des men-

surations successives de la hauteur de la tige principale; les tailles indiquées résultent de moyennes effectuées en mesurant un certain nombre de pieds paraissant normaux. Les chiffres permettent de construire une courbe significative. Pour les céréales, les mesures d'allongement de la tige étaient pratiquées après dissection du talle principal, quelquefois même, dans les débuts de la croissance, les dissections devaient être effectuées sous la loupe binoculaire.

Une autre méthode consiste à mesurer la croissance en effectuant le poids sec des plantes jusqu'à poids constant, soit environ après quarante-huit heures de dessication à l'étuve à 100°; cette pratique, peut-être plus rigoureuse, paraît surtout intéressante pour les céréales dont l'allongement de la tige ne débute que très longtemps après la levée. Nous ne l'avons guère utilisée, des raisons matérielles nous en interdisant l'emploi courant. Cependant, afin que l'abandon de cette technique ne constitue pas une lacune lors de l'interprétation de nos résultats, nous nous sommes assuré de la concordance à peu près parfaite des résultats obtenus par ces deux méthodes. Pour cela, nous avons choisi le cas du Blé Vilmorin 27 et avons effectué concurremment les deux séries de mesures; or, si l'on compare les courbes de croissance de la tige en hauteur et celles du poids sec de la plante entière, on constate la similitude des deux catégories de courbes obtenues. Nous n'avons donc considéré que les courbes de croissance en hauteur; dans le cadre de nos recherches, elles nous ont toujours fourni des renseignements significatifs.

Pendant la période de reproduction, les plantes en expérience ont été suivies de très près, car c'était le but essentiel de nos recherches; aussi des observations minutieuses furent poursuivies dans ce domaine. La date de la formation des boutons et celle de l'épanouissement des fleurs furent soigneusement notées. Dans les cas où les floraisons semblaient s'étager sur une certaine période, nous avions recours aux méthodes statistiques, c'est-à-dire qu'à intervalles réguliers nous établissions, sur un nombre de pieds assez élevé, le pourcentage des pieds fleuris ou en boutons. De

même, le début de la formation des fruits et la croissance de ceux-ci nous parurent intéressants à considérer, quoique, par la suite, leur croissance ne nous ait pas toujours donné les résultats que nous escomptions.

Après la récolte, les plantes étaient transportées au laboratoire et examinées d'abord au point de vue végétatif : on notait leur taille, la ramification des tiges, l'importance du système radiculaire et le poids de l'ensemble qui nous permettaient de faire des moyennes. Ensuite le rendement en fruits et en graines était déterminé par des pesées et des mesures, ces nombres nous permettaient là aussi d'établir des moyennes. En ce qui concerne les fruits ou graines, nous avons été souvent très gêné et nous n'avons pu obtenir tous les résultats que nous aurions désirés car fréquemment les oiseaux détruisaient la récolte avant la maturité. Nous ne pouvions récolter trop tôt les plantes sous peine de fausser les résultats obtenus. Ces ennuis sont surtout manifestes avec les céréales expérimentées et quelques autres espèces.

Toutes ces méthodes, aussi minutieuses soient-elles, permettent seulement l'étude du comportement des plantes placées dans leur milieu naturel. Elles sont donc soumises à l'action des facteurs variables, c'est pour cela que nous nous réservons d'examiner dans la seconde partie de notre travail, l'influence exercée séparément par les principaux d'entre eux.

CHAPITRE II

ACTION DETERMINANTE DU FROID SUR LA REPRODUCTION

Les plantes qui bénéficient de cette action sont principalement les variétés d'hiver des céréales. Dans ce cas, le froid est capable, à lui seul, de provoquer la reproduction qui ne peut avoir lieu en son absence, sous certaines conditions naturelles de température et d'éclairement.

ORGE

Nous avons étudié l'Orge carrée d'hiver, fournie par les Etablissements Vilmorin. C'est une variété qui a déjà fait l'objet de recherches à ce point de vue (David, 1944). On sait que cette Orge, semée au printemps, fructifie normalement après un traitement de printanisation d'un mois, tandis que les témoins semés à la même époque restent en herbe. Il importait de préciser d'une part si le froid est absolument indispensable pour provoquer la montée de cette variété et d'autre part si des durées de traitement différentes modifient sa croissance et son développement.

Dans ce but, nous avons réalisé, au cours de diverses années, des expériences comportant des semis de grains trai-

tés (1) et non traités à diverses époques. Les conditions climatiques ne permettant pas toujours d'effectuer des semis aux dates prévues pour une expérimentation parfaitement rationelle, il en résulte une plus grande difficulté pour l'interprétation des résultats.

1. Croissance.

En ce qui concerne la croissance du chaume et de l'épi, étant donné le très grand nombre d'expériences effectuées de 1946 à 1951, nous ne donnerons ici, pour simplifier, que les résultats obtenus pendant deux de ces années (1948-49 et 1950).

Ceux de l'année 1949 se rapportent à des semis de plantes témoins et à des semis de plantes printanisées (avec différentes durées de printanisation) effectués à différentes époques de l'année.

Ceux de 1950 nous permettront de préciser :

1) l'influence de l'époque de l'année sur la réaction de la plante à une durée déterminée de traitement;

2) l'influence exercée sur la plante par différentes durées de traitement pour des semis pratiqués simultanément.

Nous exposerons donc tout d'abord les résultats obtenus en 1949, puis pour ceux de 1950 nous indiquerons séparément les résultats se rapportant à ces deux points de vue différents et nous dégagerons enfin les conclusions de ces diverses expériences.

1. *Semis de* 1948-1949.

Des semis de grains printanisés et témoins ont été effectués aux dates suivantes : 17 novembre 1948 (P. 50, P. 9

(1) Les grains sont mis à gonfler avec une quantité d'eau égale à 40 % de leur poids frais pendant deux ou trois jours avant la mise en chambre froide. A ce moment, les racines (1 à 3) commençaient à percer les téguments, leur longueur moyenne était de 1 à 3 millimètres.

et T) (1), 19 janvier 1949 (P. 71, P. 40 et T), 9 mars (P. 165, P. 122, P. 47 et T) et 3 mars 1949 (P. 140, P. 107, P. 66, P. 34 et T).

Les mesures de la hauteur moyenne du chaume principal (chaume + épi) des plantes de chaque lot à diverses dates, permettent de construire les courbes de croissance des chaumes en fonction du temps (figure 1).

L'examen de la figure 1 permet de dégager les conclusions suivantes :

1) dans le cas de semis d'hiver (17 novembre) un traitement d'une cinquantaine de jours provoque une avance à la montée mais ne modifie guère la vitesse de croissance

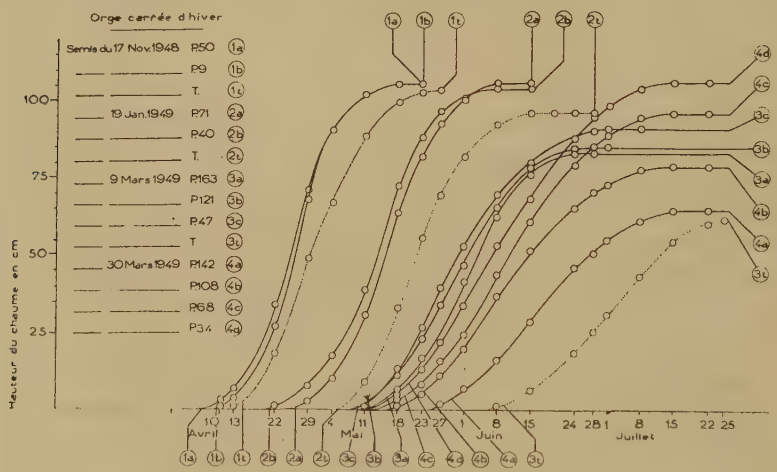


FIGURE 1.
Courbes de croissance du chaume de l'Orge carrée d'hiver. Année 1948-1949.

du chaume pendant la plus grande partie de son allongement, toutefois il prolonge cette période d'allongement si bien que la taille définitive des plantes printanisées est supérieure à celle des témoins.

(1) Pour simplifier le texte nous adopterons dans la suite du travail la lettre P. suivie d'un nombre pour désigner un lot traité pendant une durée exprimée en jours, indiquée par ce nombre et la lettre T pour désigner un lot n'ayant pas subi l'action du froid artificiel.

2) pour des semis effectués plus tard, le traitement, outre qu'il avance beaucoup plus considérablement l'époque de la montée, augmente sensiblement la vitesse de croissance du chaume par rapport au témoin et d'autant plus que les semis sont effectués plus tardivement dans la saison. Dans ce cas encore, la taille du chaume des plantes printanisées est toujours supérieure à celle des témoins.

3) les longues durées de printanisation favorisent beaucoup moins la croissance que les durées plus courtes, de l'ordre d'une quarantaine de jours. La taille définitive des plantes est plus faible pour un traitement long que pour un traitement court.

4) Dans le cas de semis très tardifs, 30 mars, les témoins ne montent plus alors que le traitement permet encore la montée et l'allongement du chaume.

5) Si l'on compare les lots de plantes provenant de grains dont le traitement a commencé à la même époque (8 novembre 1948), qui ont été semés de plus en plus tard, et ceux des témoins correspondants (grains non traités semés en même temps que chacun des lots), on constate que l'effet

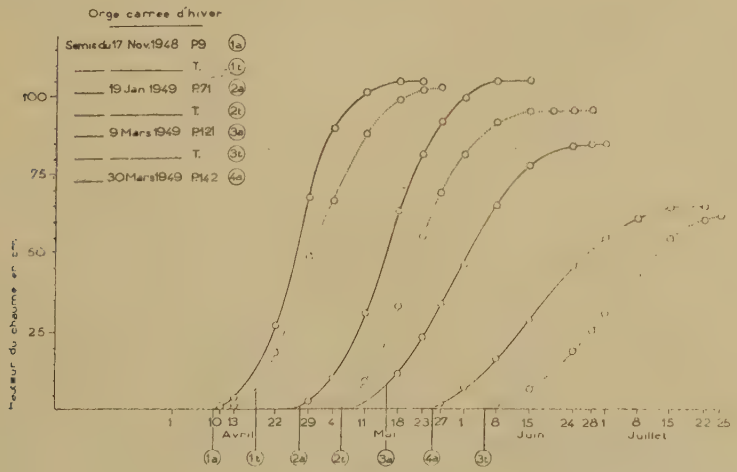


FIGURE 2.
Courbes de croissance du chaume de l'Orge carrée d'hiver pour différents lots printanisés à partir d'une même date et semés à des époques différentes.

dépressif provoqué par la prolongation du traitement est beaucoup moins accentué que celui produit, chez le témoin, par la tardivité du semis (courbes de la figure 2).

2. *Semis de* 1950 :

Nous donnerons, comme nous venons de l'indiquer, les résultats relatifs aux effets d'une même durée de traitement lorsque les dates de semis sont régulièrement échelonnées, puis ceux obtenus par des semis pratiqués à la même date après différentes durées de traitement.

a) Semis échelonnés après une même durée de traitement :

Les semis ont été effectués toutes les semaines, du 28 février au 2 mai. La durée de traitement a été choisie volontairement égale à trois semaines. Les résultats des mesures de la hauteur du chaume permettent de construire les courbes de la figure 3. Nous constatons que :

1° Quelle que soit l'époque du traitement, ce dernier provoque toujours une avance à la montée.

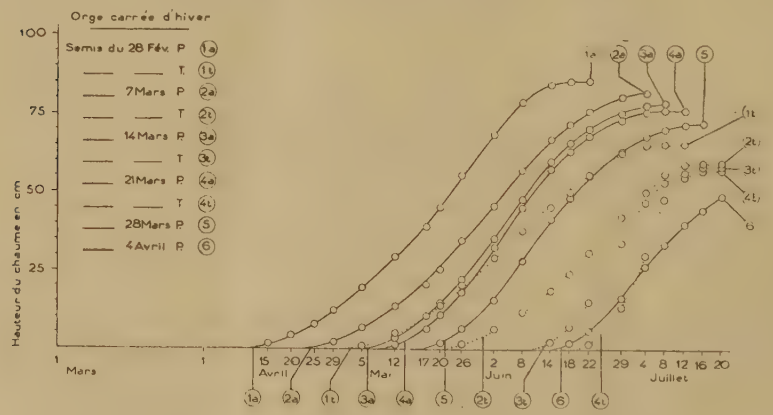


FIGURE 3.
Courbes de croissance du chaume de l'Orge carrée d'hiver. Semis échelonnés de lots printanisés pendant trois semaines et de lots témoins.

2° La taille définitive du chaume est graduellement réduite à mesure que le semis est plus tardif.

3° Pour des semis effectués à partir du 4 avril, le nombre des plantes donnant des chaumes est extrêmement réduit. Le même phénomène s'observe déjà chez les témoins, dans les semis postérieurs au 21 mars.

4° La vitesse de croissance des plantes témoins est toujours plus faible que celle des sujets printanisés semés à la même date, et leur taille est aussi toujours plus réduite.

b) Influence de la durée du traitement :

Nous avons expérimenté les durées de traitement suivantes : 8, 15, 22, 29, 35, 42 et 49 jours pour un semis effectué le 28 mars 1950. Les courbes de la figure 4 traduisent les phénomènes de croissance observés dans les différents lots.

On remarque que :

1° Le début de la montée est d'autant plus précoce que la durée du traitement est plus longue, la taille définitive du chaume est elle-même accrue en même temps que la durée du traitement.

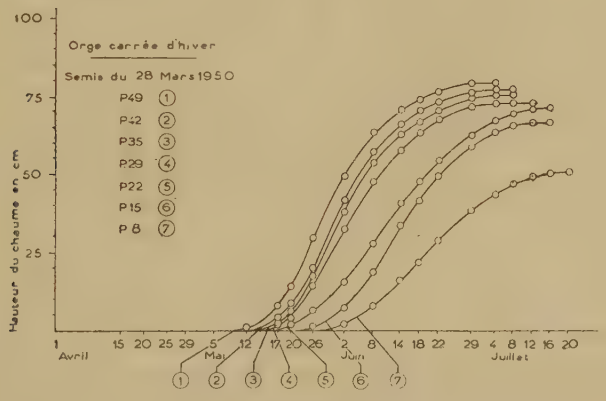


FIGURE 4.
Courbes de croissance du chaume de l'Orge carrée d'hiver. Semis effectués le 28 mars 1950 de lots printanisés pendant des durées différentes.

2° Des durées même très faibles de traitement (huit jours) suffisent pour provoquer un certain allongement du chaume.

3° Les courbes montrent nettement qu'à partir de vingt-neuf jours de traitement, une augmentation de cette durée ne modifie guère la vitesse de croissance.

4° Il n'existe pas de durée critique au-dessous de laquelle la plante ne réagit pas au traitement par le froid.

Cette expérience, tout en confirmant celles des années précédentes, montre que les réactions de la plante au traitement variant toujours dans le même sens que la durée de l'exposition au froid, sont provoquées indéniablement par ce traitement.

En résumé, le froid favorise toujours la montée, mais il n'est pas indispensable pour la provoquer, puisque les semis témoins tardifs (21 mars) donnent des plantes qui montent encore. De plus, des durées de traitement comprises entre un et deux mois correspondent à l'optimum de traitement, mais des durées inférieures à un mois sont suffisantes pour favoriser la montée de l'Orge. En outre, une telle durée optimum ne peut être définie que pour une date de semis déterminée, ce qui peut être mis en évidence par des semis échelonnés. Enfin, en augmentant la durée de traitement, on provoque en même temps une avance à la montée et une augmentation de la vitesse de croissance du chaume et de la taille définitive de ce dernier; toutefois, il existe une limite au delà de laquelle, en continuant à accroître la durée du traitement, on note un effet dépressif (retard à la montée par rapport à cet optimum, diminution de la vitesse de croissance du chaume et diminution de la taille de ce dernier).

2. Reproduction.

Si le traitement exerce ses effets sur la croissance, il retentit aussi sur les phénomènes de reproduction. Les résultats obtenus pendant les années 1917 à 1950 figurent dans le tableau I, où sont indiquées les dates suivantes :

1° *Début de la montée,* c'est-à-dire moment où les entre-nœuds du chaume commencent à s'allonger.

2° *Epiaison,* date à laquelle 50 % au moins des épis sont entièrement dégagés de la dernière gaine foliaire.

3° *Floraison* ou apparition des étamines.

4° *Maturité*, moment où le grain, gonflé et pâteux, commence à se dessécher.

Ces observations permettront tout d'abord de mettre en évidence le rôle joué par le froid dans les phénomènes de reproduction, ensuite, de préciser l'influence exercée par l'époque du semis et la durée du traitement. En considérant les résultats des semis échelonnés de 1950, après une même durée de printanisation, et ceux des semis du 28 mars 1950 après des durées de printanisation progressivement croissantes, nous pourrons déterminer les modalités de l'action du froid; nous donnerons des détails numériques concernant les semis de 1950. Nous terminerons en indiquant les rendements obtenus à partir de semis printanisés et témoins, et en formulant les conclusions.

1. *Mise en évidence de l'action du froid :*

On a coutume d'appeler « témoins » les plantes qui sont semées sans traitement, en même temps que les lots printanisés; ces derniers ont donc une durée de vie active, majorée du nombre de jours qu'ils ont passé en chambre froide ; on pourrait, dès lors, se demander si ces quelques jours, indépendamment de l'action du froid, ne sont pas responsables de l'avance à la floraison. Les observations suivantes viennent lever cette incertitude.

Un lot témoin est semé le 19 janvier 1949, jour de la mise en chambre froide d'un second lot qui, après quarante-sept jours de printanisation, est mis en terre le 9 mars. La durée de vie active des plantes de ces deux lots est la même, seul le second a subi l'action du traitement. On constate que, quoique semé plus tard, il épie le 8 juin et fleurit le 20 juin, tandis que le premier (témoin) épie le 17 juin, soit neuf jours plus tard, et ne fleurit que le 22 juin. Cette action stimulante du froid est encore démontrée par les semis pratiqués en 1950. En considérant le lot témoin semé le 28 février et le lot printanisé à partir de cette date pendant vingt et un jours, semé le 21 mars, on constate que l'épiaison s'effectue onze jours et la floraison dix jours plus tôt chez le printanisé. Il faut tout de même signaler qu'on fait abstraction de la lumière natu-

relle subie par le lot témoin pendant la période où le lot printanisé est soumis au froid et à l'obscurité (le lot témoin subit 1.719 heures de lumière, avec une moyenne journalière de 14 heures 6 minutes, tandis que le lot printanisé, 1.401 heures de lumière, avec une moyenne journalière de 15 heures 18 minutes).

Ces deux expériences prouvent que le séjour aux basses températures produit une activation des phénomènes de reproduction. A durée de vie égale, c'est la plante qui a subi l'action du froid pendant la période initiale de sa vie qui se reproduit la première.

2. *Influence de la date du semis :*

Le comportement des plantes printanisées variant essentiellement suivant la période à laquelle est pratiqué le semis, il convient d'envisager les effets d'un tel traitement dans les cas de semis d'hiver et de semis de printemps.

a) Semis hivernaux :

Pour des semis effectués en période hivernale, le traitement de printanisation provoque non seulement une légère avance au début de la montée, comme nous l'avons vu précédemment, mais aussi une avance à l'épiaison et à la floraison. Ces avances sont de l'ordre de deux à trois jours (semis du 23 décembre 1947, P. 50 et T.) et peuvent même atteindre sept jours (semis du 17 novembre 1948, P. 50 et T.). Pour des semis pratiqués toujours avant le printemps, la durée de traitement atteint assez vite sa limite supérieure; on peut noter, par exemple, dans le semis du 4 février 1948, que quatre-vingt-douze jours de traitement provoquent seize jours d'avance à l'épiaison, tandis que trente-cinq jours de ce même traitement déterminent une avance de dix-huit jours; les avances à la floraison sont du même ordre dans les deux cas. Cette remarque est vérifiée par le semis du 19 janvier 1949, où quarante jours de traitement provoquent treize jours d'avance à l'épiaison, tandis que soixante et onze jours n'entraînent que onze jours d'avance.

Date des semis	Traitement	Début de la montée	Epiaison	Floraison	Maturité
12 Nov. 47	T.	7 Avril	30 Avril	5 Mai	12 Juin
23 Déc. 47	P. 50	10 Avril	5 Mai	12 Mai	16 Juin
»	T.	13 Avril	7 Mai	15 Mai	18 Juin
4 Fév. 48	P. 92	13 Avril	10 Mai	19 Mai	18 Juin
»	P. 35	10 Avril	8 Mai	19 Mai	16 Juin
»	T.	16 Avril	26 Mai	4 Juin	7 Juillet
17 Mars 48	P. 76	12 Mai	9 Juin	22 Juin	7 Juillet
»	P. 46	15 Mai	12 Juin	18 Juin	4 Juillet
»	T.	25 Mai	—	—	—
17 Nov. 48	P. 50	5 Avril	5 Mai	11 Mai	19 Juin
»	P. 9	10 Avril	10 Mai	17 Mai	22 Juin
»	T.	12 Avril	12 Mai	18 Mai	22 Juin
19 Janv. 49	P. 113	10 Mai	—	—	—
»	P. 71	25 Avril	6 Juin	10 Juin	24 Juin
»	P. 40	22 Avril	4 Juin	10 Juin	24 Juin
»	T.	5 Mai	17 Juin	22 Juin	5 Juillet
9 Mars 49	P. 163	10 Mai	20 Juin	23 Juin	1er Juillet
»	P. 121	7 Mai	18 Juin	22 Juin	1er Juillet
»	P. 47	6 Mai	8 Juin	20 Juin	1er Juillet
»	T.	5 Juin	13 Juillet	—	—
30 Mars 49	P. 184	—	—	—	—
»	P. 142	25 Mai	3 Juillet	8 Juillet	18 Juillet
»	P. 108	16 Mai	24 Juin	3 Juillet	10 Juillet
»	P. 68	10 Mai	21 Juin	30 Juin	10 Juillet
»	P. 34	10 Mai	26 Juin	4 Juillet	15 Juillet
»	T.	—	—	—	—
28 Fév. 50	P. 21	10 Avril	5 Juin	11 Juin	22 Juin
»	T	30 Avril	25 Juin	1er Juillet	22 Juillet
7 Mars 50	P. 22	20 Avril	10 Juin	15 Juin	4 Juillet
»	T.	20 Mai	1 Juillet	10 Juillet	20 Juillet
14 Mars 50	P. 21	5 Mai	13 Juin	20 Juin	7 Juillet
»	T.	12 Juin	5 Juillet	12 Juillet	25 Juillet
21 Mars 50	P. 21	10 Mai	14 Juin	21 Juin	8 Juillet
»	T.	20 Juin	12 Juillet	19 Juillet	—
28 Mars 50	P. 49	9 Mai	12 Juin	20 Juin	8 Juillet
»	P. 42	12 Mai	13 Juin	20 Juin	7 Juillet
»	P. 35	14 Mai	12 Juin	20 Juin	8 Juillet
»	P. 29	15 Mai	14 Juin	22 Juin	10 Juillet
»	P. 22	20 Mai	22 Juin	27 Juin	13 Juillet
»	P. 15	22 Mai	22 Juin	29 Juin	17 Juillet
»	P. 8	30 Mai	—	—	—
»	T.	—	—	—	—
4 Avril 50	P. 22	18 Juin	—	—	—
»	T.	—	—	—	—

TABLEAU I. — *Dates caractéristiques des étapes de la reproduction de l'Orge carrée d'hiver.* (Années 1947 à 1950.)

Les semis pratiqués pendant la saison froide sont améliorés par un traitement préalable, mais la limite supérieure de durée de ce traitement est assez vite atteinte.

Lorsque les semis sont pratiqués plus tardivement, cette limite semble plus éloignée des durées classiques de traitement. Des caryopses printanisés depuis une même date (27 septembre 1948), semés le 19 janvier 1949 (P. 113), donnent des plantes qui amorcent la montée mais qui ne parviennent pas à dégager leurs épis ni à fleurir, tandis que, semés le 9 mars 1949 (P. 163), les plantes auxquelles ils donnent naissance montent, fleurissent et fructifient normalement avec une avance importante sur leur témoin, qui ne fleurira pas. Des grains de ce même lot, semés le 30 mars (P. 184), donnent des plantes qui sont incapables de monter. Ceci montre que, malgré la date tardive, il existe encore une limite supérieure à la durée du traitement. Donc, à mesure que la date du semis est plus tardive, on peut employer des traitements plus prolongés, mais il existe toujours une limite au delà de laquelle le traitement entraîne un effet défavorable.

b) Semis échelonnés printaniers :

Afin de vérifier l'influence de la date du semis sur le développement des plantes printanisées, nous avons pratiqué des semis toutes les semaines, du 28 février au 4 avril 1950, avec des semences traitées pendant trois semaines et des témoins. Cette durée de traitement fut choisie relativement faible afin de pouvoir observer les phénomènes se situant à la limite des possibilités de reproduction des plantes avant la période des fortes chaleurs et de la sécheresse, qui risquaient de nuire lors de l'interprétation des résultats.

Les résultats figurant dans le tableau III (v. p. 50) permettent de dégager les remarques suivantes :

L'avance à l'épiaison des lots printanisés par rapport à leurs lots témoins augmente avec la tardiveté du semis (20 jours pour celui du 28 février, 22 pour celui du 14 mars, 28 pour celui du 21 mars, enfin, pour le semis du 28 mars, le témoin reste acaule).

Pour la floraison, les avances s'accroissent aussi progressivement (19, 25, 28 jours, ensuite le témoin ne monte pas).

Donc, pour une même durée de traitement, les avances à l'épiaison et à la floraison augmentent à mesure que la date du semis est plus tardive.

3. *Influence de la durée du traitement :*

Les durées de printanisation de huit jours à quarante-neuf jours caractérisent nettement l'action produite par le froid artificiel pour un semis du 28 mars. Les résultats contenus dans le tableau III montrent que le lot témoin ne parvient pas à monter et que le lot printanisé huit jours amorce seulement la montée. Pour les autres lots on constate que les avances à l'épiaison et à la floraison sont proportionnelles à la durée du traitement. Ici encore, nous voyons qu'un traitement d'une durée supérieure à trente-cinq jours donne les meilleurs résultats; le traitement n'ayant pas dépassé quarante-neuf jours, on ne peut, pour ce semis, fixer la limite supérieure de durée de traitement. Notons cependant qu'un traitement de quinze jours suffit pour provoquer la montée, l'épiaison et la floraison.

Cette expérience permet de constater que de faibles durées de traitement apportent toujours une amélioration qui peut parfois passer inaperçue. Durant le séjour au froid, les sujets acquièrent progressivement l'aptitude à former les organes de reproduction.

4. *Résultats numériques :*

Nous avons apprécié la montée et la fructification en notant le comportement de la majorité des plantes expérimentées. Ce comportement varie suivant les individus. Par exemple, des plantes non traitées continuent à monter lorsqu'elles sont semées pendant le printemps; la date où ce phénomène cessera de se produire est souvent difficile à déterminer, car il arrive fréquemment qu'un pourcentage infiniment faible de pieds réussissent à monter, ce qui ne semble pas nous autoriser à considérer malgré tout qu'une montée normale s'effectue. Toutes ces exceptions paraissent donc régies par les variations strictement individuelles que

nous n'avons pu éliminer, malgré nos précautions qui consistaient à ne jamais utiliser que des semences sélectionnées, garanties de l'année, et provenant directement des Etablissements qui en font la culture. D'où la nécessité de noter, à un instant donné, le nombre des individus se comportant de la même manière.

Dans le tableau II, nous donnons les résultats obtenus en 1950 avec les deux catégories de semis. On constate que le pourcentage des pieds montés est toujours supérieur chez les sujets traités. Ce pourcentage diminue régulièrement, tant chez les sujets printanisés que chez les témoins, à mesure que la date du semis est plus tardive. Cette diminution est plus marquée chez les témoins que chez les printanisés, mais, dans les deux cas, elle aboutit à zéro. Les semis du 28 mars ont montré que le traitement par le froid provoque une avance à la montée, mais ici il est visible qu'il entraîne une amélioration du pourcentage définitif des pieds montés. Ce pourcentage, qui est de 89 pour quarante-neuf jours de traitement, diminue dans le même sens que la durée du traitement et on aboutit à 12 % pour un traitement de huit jours.

Si on effectue des moyennes à partir des pieds ayant monté, on peut voir que le nombre des épis est toujours sensiblement supérieur chez les sujets traités par le froid, sauf dans le cas du semis du 28 février, pour lequel les nombres notés sont sensiblement équivalents et même plutôt légèrement en faveur du lot non traité. Le nombre moyen d'épis fécondés par pied subit les mêmes variations. Si on établit les pourcentages des épis fécondés, les nombres obtenus confirment les précédents. Pour les semis de grains ayant subi des durées de printanisation croissantes, effectués le 28 mars, les différents nombres obtenus varient sans ordre nettement apparent. Si, au lieu de calculer les moyennes par rapport aux seuls pieds ayant monté, on refait les calculs par rapport au nombre total de pieds, montés ou non montés, les résultats obtenus confirment parfaitement ceux trouvés précédemment pour les semis échelonnés du 28 février au 4 avril. En particulier, le semis du 28 février, qui accusait

Date du semis	Traitement	% de pieds montés	Moyenne par pied par rapport au nombre total de pieds ayant monté		% d'épis fécondés	Moyenne par pied par rapport au nombre total de pieds	
			Nombre d'épis	Nombre d'épis fécondés		Nombre d'épis	Nombre d'épis fécondés
28 février 50	P. 22	100	2,1	1,64	76	2,1	1,64
»	T.	89	2,2	1,7	75	1,95	1,51
7 mars 50 .	P. 22	78,5	3,2	2,7	81	2,41	2,1
»	T.	47,5	2,4	1,7	72	1,14	0,80
14 mars 50 .	P. 21	86	2	1,4	67	1,72	1,20
»	T.	34	1,7	1	61	0,57	0,34
21 mars 50 .	P. 22	84	3	2,2	74	2,52	1,84
»	T.	8,3	2,2	1,25	55,5	0,18	0,10
28 mars 50 .	P. 49	89	1,3	0,97	74	1,15	0,86
»	P. 42	84	2,06	1,5	71	1,73	1,26
»	P. 35	75	1,92	1,53	81	1,44	1,14
»	P. 29	74	2,07	1,7	85	1,53	1,25
»	P. 22	76	2,4	0,99	42	1,82	0,75
»	P. 15	38	2,6	1,1	43	0,98	0,41
»	P. 8	12	1	0,5	50	0,12	0,06
»	T.	0					
4 avril 50 .	P. 22	15,4	1,5	0,6	40	0,23	0,09
»	T.	0					

TABLEAU II. — *Résultats numériques obtenus avec les lots d'Orge carrée d'hiver cultivés en* 1950.

une très légère différence en faveur du lot témoin, se trouve maintenant, du fait que 89 % seulement des pieds avaient monté, montrer une différence en faveur des lots printanisés, conformément à tous les autres semis.

Pour les semis de grains printanisés pendant des durées différentes, effectués le 28 mars, les chiffres obtenus ne présentent pas de variation régulière en fonction de la durée de traitement. Toutefois, ils permettent d'apprécier la durée

Date du semis	Traitement	Hauteur en cm.	Tallage moyen	Nombre moyen d'épis par pied	Long. moyen. d'un épi en m/m	Poids des épis par pied en g.	Poids moyen d'un épi en g.	Poids moyen des grains par pied	Nombre moyen des grains par épi	Poids moyen de 100 grains
12 nov. 47	T.	112	3,4	3,3	53	5 4	1,9	4,1	44,3	3,1
23 déc. 47	P. 50	91,2	7	5,2	44	5,09	1,2	4,3		
»	T.	62,7	2,4	2,4	43	2,4	1	1,25		
4 févr. 48	P. 92	66	2,38	2,3	66	4	1,8	3,5		
»	P. 33	76,06	2,63	2,1	61,9	3,5	1,6	3		
»	T.									
17 nov. 48	P. 50	105	4,7	4,3	75,6	9,5	2,21	6,6	46,6	3,7
»	P. 9	108	3,7	3,5	80	7,2	2,04	4,8	51	3
»	T.	102	2,8	2,7	77	4,3	1,59	3,5	46,1	2,7
19 janv. 49	P. 40	102	4,7	4,3	73,6	9,08	2.06	6	40,7	4,2
»	T.	95	3,6	3,4	82,6	7,2	2	3	43,5	3,2
30 mars 49	P. 34	95	2,3	2,1	85,3	4,6	1,90	2,8	46,7	3,2

TABLEAU III. — *Caractéristiques des plantes d'Orge carrée d'hiver calculées après leur récolte.*

optimum de ce dernier, qui doit se situer entre vingt-neuf et quarante-deux jours. Au delà de cette durée (quarante-neuf jours par exemple), on note une nette diminution du

nombre moyen d'épis formés et d'épis fécondés; au-dessous de vingt-neuf jours, on remarque que les nombres décroissent en même temps que la durée du traitement.

5. *Rendements :*

Dans le tableau III se trouvent les résultats relatifs à la production de paille et de grains des sujets traités et témoins. Nous remarquons, comme nous l'avons vu au chapitre relatif à la croissance, que la taille définitive des sujets printanisés est supérieure à celle des témoins semés à la même date, à condition que le traitement ait une durée optimum. Le tallage est lui-même toujours supérieur, sauf dans le cas où, le témoin ne montant pas, un nombre considérable de bourgeons axillaires se développe. Le poids des épis par pied, le poids moyen d'un épi et le poids des grains par pied sont aussi supérieurs chez les sujets printanisés. Le poids moyen de 100 grains est également augmenté.

En conclusion, nous voyons que l'Orge carrée d'hiver bénéficie considérablement du traitement de printanisation. Ce traitement doit être effectué après gonflage des grains pendant deux à trois jours à 15°C., avec 40 % de leur poids d'eau. Pour des semis de printemps, la vitesse de croissance et la taille définitive des plantes se trouvent augmentées par un traitement convenable.

Le traitement entraîne, suivant la date du semis, une légère avance pour les semis précoces et l'aptitude à la reproduction pour les semis tardifs.

Ses effets se font sentir même s'il est appliqué à des grains semés avant le printemps. Seule la notion de durée de séjour au froid est importante. Elle ne doit pas excéder une trentaine de jours. On peut avec profit l'augmenter à mesure que les semis sont effectués plus tardivement, en tenant compte qu'il existe une limite supérieure de durée au-delà de laquelle un effet dépressif se fait sentir. C'est ainsi que, dans la pratique, pour un semis effectué à la fin du mois de mars, la durée optimum de traitement est comprise entre trente et quarante jours.

Après une même durée de traitement, le résultat est d'autant plus apparent que le semis est effectué plus tard, bien entendu dans les limites qui permettent aux plantes de conserver la faculté de se reproduire.

De faibles durées de traitement sont encore capables d'améliorer la reproduction, et cette amélioration est proportionnelle à la durée du traitement, ce qui montre bien que l'état « printanisé » s'acquiert progressivement pendant le séjour au froid.

Le pourcentage des pieds montés, le nombre des épis par pied et le nombre des épis fécondés sont toujours supérieurs chez les plantes traitées.

BLE

La variété étudiée est le Blé d'hiver Vilmorin 27 (1).

Cette variété a été étudiée par R. David (1943), qui constate notamment que des semis effectués le 24 mars, à Marseille, et traités pendant trente-trois et cinquante-cinq jours montent et fructifient convenablement, tandis qu'un traitement de seize jours est insuffisant pour provoquer un développement normal.

Pour le traitement, les semences sont mises à germer pendant deux jours avec 35 % de leur poids d'eau, elles sont ensuite placées en chambre froide; à ce moment, les téguments sont rompus par la plantule, qui a une taille de 2 mm. environ. Après une durée de printanisation normale, de trente à cinquante jours, la plantule s'est accrue, le coléoptile a une longueur de 2 à 3 mm., et une ou trois racines de 4 à 10 mm. sont développées.

Nous étudierons d'abord la croissance de différents lots après printanisation et sans traitement, ensuite nous effectuerons une étude comparative de la croissance pondérale des plantes et de l'accroissement en longueur de la tige chez ces plantes; enfin, nous examinerons les caractéristiques de la reproduction sous l'influence du traitement de printanisation.

---

(1) Provenant des Etablissements Vilmorin.

1. Croissance.

Deux groupes d'essais retiendront notre attention : un premier (semis de l'année 1948-49) permettra de suivre *le comportement* de différents lots printanisés et témoins *en fonction de la date du semis* et éventuellement *de la durée du traitement.* Le second comprendra des semis effectués en 1950, les uns *pratiqués à intervalles de temps régulièrement espacés,* permettront de préciser, dans les conditions limites, les *effets d'un même traitement,* les autres, *pratiqués à la même date,* après *différentes durées de printanisation,* régulièrement croissantes, faciliteront la mise en évidence des effets imputables au froid artificiel.

1. *Semis de* 1948-1949 :

Des semis sont effectués le 17 novembre 1948 (P. 48 et T.), le 19 janvier 1949 (P. 72, P. 39 et T.), le 3 mars 1949 (P. 155, P. 115, P. 41, P. 13 et T.), le 27 avril 1949 (P. 41 et T.) et le 4 mai 1949 (P. 61, P. 30 et T.). Les résultats des mensurations permettent de construire les courbes de la figure 5.

Dans tous les cas, la « levée » s'effectue plus précocement pour les plantes ayant subi un traitement de trente à quarante jours; elle a lieu en même temps que chez le témoin si le traitement est écourté (treize jours) et peut être retardée après un traitement anormalement prolongé (soixante-douze à cent cinquante-cinq jours). Un traitement d'une quarantaine de jours entraîne une avance de deux à huit jours, tandis qu'après cent cinquante-cinq jours de froid, le retard est d'une dizaine de jours.

Dès la levée, l'aspect des plantes traitées diffère de celui des témoins; alors que ces derniers montrent une unique feuille, les plantes printanisées développent presque simultanément leurs deux premières feuilles. Par la suite, le nombre des feuilles dégagées est supérieur d'une unité au moins à celui des plantes témoins, ceci jusqu'au stade cinq feuilles. Ultérieurement, les bourgeons latéraux se développent chez le témoin et donnent naissance à un grand nombre de feuilles, tandis que les sujets printanisés continuent à n'avoir qu'un nombre réduit de cinq à sept feuilles; il y a, semble-t-il, une inhibition du développement des bourgeons

latéraux au profit de l'élongation de la tige. Ces observations confirment les résultats exposés par R. David (1943) dans une étude très détaillée sur la formation et la croissance des tiges et des feuilles du Blé Vilmorin 27.

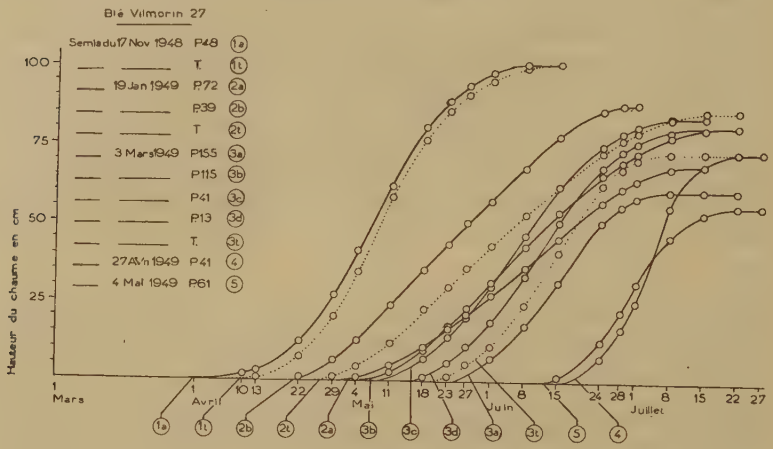


Figure 5.
Courbes de croissance du chaume du Blé Vilmorin 27. Année 1948-1949.

Pour des semis normaux (17 novembre 1948), une printanisation de quarante-huit jours confère une avance de quelques jours aux phénomènes de croissance; les courbes traduisant l'accroissement montrent qu'il se déroule à des vitesses sensiblement identiques pendant la plus grande partie de la vie de la plante. La hauteur définitive est la même dans les deux cas.

Lorsqu'on effectue un semis hivernal tardif (19 janvier 1949), un traitement d'une durée de trente-neuf jours entraîne une avance plus importante que précédemment, les vitesses de croissance sont encore comparables. Un traitement de soixante-douze jours provoque une diminution de cette vitesse de croissance. La taille définitive des plantes traitées trente-neuf jours est supérieure à celle des témoins, mais après soixante-douze jours de froid, elle est nettement inférieure. Ici, nous voyons l'effet dépressif d'un traitement trop prolongé.

Cette observation est confirmée par celle du semis du 3 mars 1949 (P. 155). Cependant, pour une durée de traitement moins prolongée (cent quinze jours), la montée débute plus tôt que pour les autres lots, mais la croissance est réduite. Les traitements de treize et quarante et un jours améliorent les phénomènes de croissance, le dernier se montrant nettement plus favorable.

Pour le semis du 27 avril 1949, les plantes non traitées restent acaules, et un traitement de quarante et un jours suffit pour provoquer une croissance normale, dont la vitesse est supérieure à toutes les autres.

Lorsque le semis est effectué très tardivement, le 4 mai 1949, un traitement de soixante et un jours permet la montée; cette dernière s'effectue plus rapidement que dans le cas précédent, mais la taille définitive est notablement réduite.

En comparant les plantes de différents lots témoins ou printanisés pendant une quarantaine de jours, on constate, si on met à part le semis hivernal du 7 novembre 1948, que la vitesse de croissance augmente progressivement avec la tardiveté du semis et qu'en même temps la taille définitive diminue. L'augmentation de la vitesse de croissance semble se produire jusqu'au moment où la plante devient incapable de « monter », elle tend vers une limite qui ne peut être franchie et s'achève toujours à une date qui se situe ici entre les 8 et 15 juillet.

2. *Semis de* 1950 :

Les expériences rigoureusement conduites comprennent, d'une part, des semis échelonnés à intervalles de temps identiques, et d'autre part, des semis effectués à la même date, après des durées de traitement régulièrement croissantes.

a) Influence de la date du semis : semis échelonnés.

Du 28 février au 2 mai 1950, ont été effectués, chaque semaine, des semis de grains témoins et printanisés vingt et un jours. Cette durée a été choisie volontairement faible afin de pouvoir mieux observer, avant les fortes chaleurs et la sécheresse, les phénomènes se situant à la limite des possibilités de montée des plantes.

L'examen des résultats (courbes fig. 6) montre, dans les lots printanisés, une croissance normale jusqu'au semis du 28 mars. Pour les semis pratiqués à une date ultérieure, si la vitesse de croissance demeure à peu près constante, la taille définitive diminue progressivement. Dans les lots

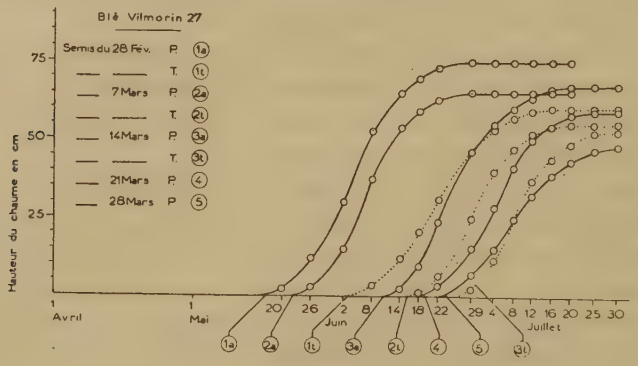


FIGURE 6.
Courbes de croissance du chaume du Blé Vilmorin 27.
Semis échelonnés de lots printanisés pendant trois semaines et de lots témoins.
Année 1950.

témoins, la taille diminue aussi progressivement, mais la vitesse de croissance semble, comme nous l'avons vu pour l'Orge carrée d'hiver, s'accroître légèrement pour les derniers semis qui parviennent à monter.

La comparaison du comportement des plantes printanisées et de leur témoin montre que, pour ces derniers, le début de la montée s'effectue beaucoup plus tardivement (cent à cent six jours après la date du semis au lieu de soixante-dix-huit à quatre-vingt-douze jours). La vitesse de croissance apparaît toujours plus grande chez les printanisés que chez leur témoin.

Cette durée de printanisation de vingt et un jours suffit pour faciliter l'accroissement de la tige jusqu'au 28 mars; pour des semis pratiqués après cette date, quelques pieds montent encore, mais le pourcentage diminue trop pour qu'on en tienne compte (dans le semis printanisé du 4 avril, 25 % seulement des pieds montent). Pour les témoins, la montée ne s'effectue que jusqu'au semis du 14 mars, ensuite

elle ne peut se faire qu'exceptionnellement et avec un pourcentage dérisoire.

Il suffit donc de vingt et un jours de traitement par le froid pour prolonger les possibilités de montée des plantes; ces vingt et un jours ont une efficacité certaine, ce qui nous amène à considérer que les phénomènes de printanisation n'obéissent pas à la loi du « tout ou rien », c'est un phénomène biologique qui s'accomplit progressivement pendant le séjour au froid.

Une constatation s'impose : pour l'Orge carrée d'hiver, nous avions vu que vingt et un jours de traitement prolongeaient, jusqu'au semis du 4 avril, les possibilités de montée, ici, pour cette variété de Blé, la même limite se situe au 28 mars, ce qui montre que le besoin en froid de cette plante est plus élevé. C'est pour cette raison que notre expérimentation a porté sur cette espèce (cf. deuxième partie).

b) Influence de la durée du traitement :

Afin de pouvoir comparer nettement les effets de traitements de durées variables, des semis de grains printanisés pendant des durées de huit jours à soixante-six jours et de leurs témoins ont été effectués le 28 mars 1950, comme pour l'Orge. Les mesures de la croissance sont représentées graphiquement par les courbes de la figure 7.

Le début de la montée s'annonce d'autant plus tôt que le traitement est plus prolongé, il se produit de cinquante et un

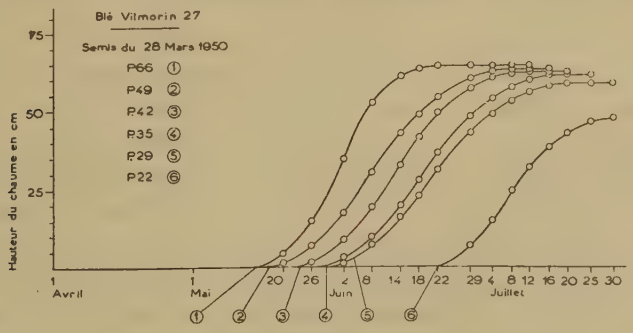


FIGURE 7.

Courbes de croissance du chaume du Blé Vilmorin 27.
Lots semés le 28 mars 1950 après des durées de traitement différentes.

à quatre-vingt-dix-huit jours après la date du semis pour les lots printanisés pendant soixante-six à quinze jours; ces durées sont d'autant plus courtes que le traitement est plus long. Les lots printanisés huit jours et témoins ne parviennent pas à monter.

La vitesse de croissance est sensiblement la même pour tous les lots, sauf pour celui traité pendant soixante-six jours, qui a une vitesse nettement accrue.

La montée et la vitesse de croissance sont donc améliorées par une prolongation du traitement. On a donc intérêt à faire subir un traitement de longue durée pour un semis effectué le 28 mars. Nous voyons que les durées classiques peuvent être avantageusement dépassées.

3. *Croissance de la tige et accroissement pondéral de la plante.*

Jusqu'ici, les phénomènes de croissance n'ont été traduits que par l'élongation de la tige. Cette technique pouvant paraître en certains points peu rigoureuse, nous avons voulu comparer ses données avec celles fournies par l'accroissement en matière sèche de la plante entière. Cet accroissement traduit mieux les phénomènes anaboliques qui régissent la vie de la plante. Nous avons donc, sur des mêmes lots, pratiqué des mesures comparatives à l'aide de ces deux techniques.

Quatre lots furent choisis : un premier, semé sans traitement au début de l'hiver, un second témoin semé en même temps qu'un troisième lot placé en chambre froide pendant quarante-six jours et enfin le quatrième est un témoin semé à la même date que le lot précédent printanisé.

Des prélèvements furent effectués périodiquement afin d'évaluer le poids de la matière sèche après 48 heures de dessication à l'étuve à 105°. En même temps, l'examen minutieux des plantes prélevées nous permettait de noter, entre autres mesures, l'état d'allongement de la tige. Ces résultats figurent dans le tableau IV et servent à construire les courbes de la figure 8 dans lesquelles l'échelle des durées (portées en abscisse) est la même; les ordonnées convena-

Date des semis	Traitement	DATES DES MENSURATIONS									
		18 février	25 février	4 mars	11 mars	16 mars	25 mars	31 mars	6 avril	18 avril	29 avril
1° Croissance en hauteur du chaume (en cm.) :											
20 déc. 49	T.										2
18 fév. 50	T.										
6 avril 50	P. 46										
6 avril 50	T.										
2° Croissance en matière sèche (en g.).											
20 déc. 49	T.	0,062	0,094	0,125	0,188	0,220	0,282	0,389	0,381	0,543	0,843
18 fév. 50	T.				0,061	0,125	0,156	0,163	0,188	0,256	0,313
6 avril 50	P. 46										
6 avril 50	T.										

Date des semis	Traitement	DATES DES MENSURATIONS (*Suite*)								
		5 mai	12 mai	19 mai	26 mai	2 juin	14 juin	26 juin	4 juillet	12 juillet
1° Croissance en hauteur du chaume (en cm.) :										
20 déc. 49	T.	4	14	31	47	52	67	70	71	
18 fév. 50	T.				2,5	6	29	59	63	65
6 avril 50	P. 46				1	4	24	54	66	67
6 avril 50	T.									
2° Croissance en matière sèche (en g.).										
20 déc. 49	T.	1,221	2,475	4,532	6,062	6,780	7,219	7,486	7,624	
18 fév. 50	T.	0,542	0,729	1,042	1,374	1,677	3,530	7,095	7,448	7,594
6 avril 50	P. 46		0,219	0,380	0,662	0,968	1,958	6,782	7,898	7,970
6 avril 50	T.		0,130	0,132	0,251	0,512	0,912	2,231	3,229	3,751

TABLEAU IV. — *Mesures de la croissance en hauteur du chaume et en matière sèche du Blé Vilmorin 27.*

blement choisies traduisent la longueur du chaume (fig. 8, 1°) et le poids de la matière sèche (fig. 8, 2°).

L'examen de ces résultats montre que le début de la montée se traduit par une augmentation assez brusque du poids sec. La vitesse de croissance à partir de la montée est identique dans les deux cas. La taille définitive et le poids sec final varient légèrement suivant chacun des modes

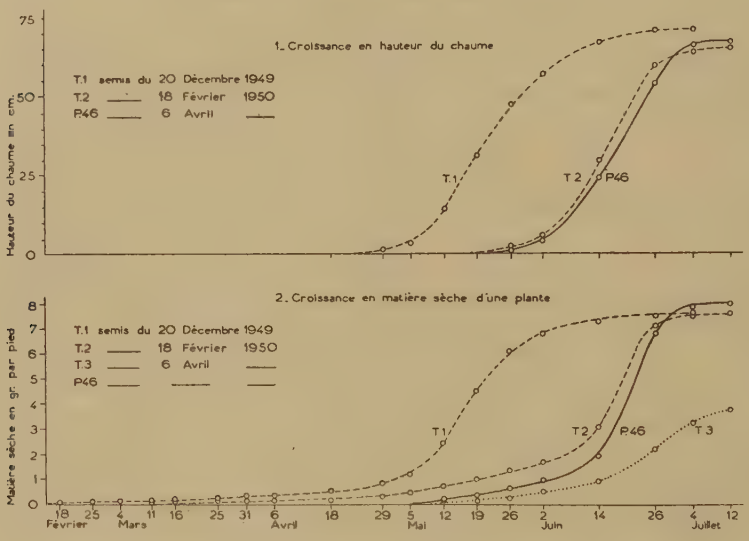


FIGURE 8.

Etude comparative de la croissance en hauteur du chaume et de l'accroissement en matière sèche effectuée sur des mêmes lots de Blé Vilmorin 27.

de mesure. La seule différence essentielle que l'on puisse noter concerne le lot témoin semé le 6 avril, pour lequel le poids sec des plantes augmente de façon presque normale, avec cependant une diminution dans la vitesse d'accroissement tandis que la tige ne s'allonge pas (ce lot ne peut donc pas être représenté sur la première partie de la figure 8). Cet accroissement pondéral ne doit pas nous surprendre, puisque ces plantes augmentent considérablement leur système végétatif sans se reproduire, les bourgeons en se développant produisent un tallage herbacé important.

Ces constatations nous ont amené à poursuivre nos études de croissance par la mesure de l'élongation de la tige, car, si l'accroissement pondéral des plantes reflète mieux les phénomènes métaboliques d'assimilation, il est moins fidèle en ce qui concerne la croissance appréciée en vue de l'étude des phénomènes de reproduction. Ces derniers apparaissent de plus en plus régis par un mécanisme hormonal qui échappe, en grande partie, à nos investigations. L'exemple du témoin semé le 6 avril montre qu'il peut y avoir une assimilation convenable sans que la reproduction puisse s'effectuer.

2. Reproduction.

Les phénomènes de reproduction du Blé d'hiver Vilmorin 27 vont être étudiés par la même méthode que ceux de l'Orge carrée d'hiver. Nous considèrerons l'ensemble des résultats caractéristiques rassemblés dans le tableau V. Nous nous attacherons plus spécialement aux semis qui viennent de retenir notre attention pour l'étude de la croissance.

1. *Influence de la date du semis.*

Les semis de grains non traités (T.) ne donnent des plantes qui se reproduisent que s'ils sont pratiqués avant une date limite qui se situe aux environs du 15 mars. Le traitement de printanisation permet de reculer cette limite d'autant plus que sa durée est plus prolongée. C'est ainsi que, pour un semis effectué le 28 mars 1950, on n'observe qu'un début de montée avec quinze jours de printanisation, tandis qu'avec un traitement de vingt-deux jours la reproduction se déroule normalement. Cette même durée de traitement ne permet cependant aucune reproduction dans les semis effectués à partir du 4 avril 1950. Par contre, à la même époque (semis du 6 avril 1950), quarante-six jours de printanisation se traduisent par une production de fruits. On peut encore, en semant le 4 mai 1949 des grains printanisés pendant soixante et un jours, voir fleurir des plantes et, en semant le 22 juin 1950 après quatre-vingt-huit jours de traitement, parvenir à l'épiaison.

Date des semis	Traitement	Début de la montée	Epiaison	Floraison	Maturité
10 nov. 46	T.	1er avril	4 juin	18 juin	30 juin
20 mars 47	P. 34	20 mai	12 juin	22 juin	22 juillet
»	T.	—	—	—	—
12 nov. 47	T.	31 mars	12 mai	19 mai	30 juin
23 déc. 47	P. 44	8 avril	12 mai	19 mai	30 juin
»	T.	12 avril	20 mai	24 mai	10 juillet
4 fév. 48	P. 87	10 avril	11 mai	24 mai	30 juin
»	P. 33	12 avril	14 mai	24 mai	30 juin
»	T.	5 mai	9 juin	16 juin	20 juillet
17 mars 48	P. 77	24 mai	10 juin	16 juin	15 juillet
»	P. 46	5 mai	9 juin	16 juin	20 juillet
»	T.	—	—	—	—
19 avril 48	P. 14 et T	—	—	—	—
4 mai 48	P. 28 et T	—	—	—	—
19 mai 48	P. 44	29 juillet	4 août	—	—
17 nov. 48	P. 48	30 mars	11 mai	25 mai	30 juin
»	P. 7	2 avril	18 mai	1er juin	2 juillet
»	T.	3 avril	18 mai	1er juin	2 juillet
19 janv. 49	P. 72	3 mai	12 juin	22 juin	15 juillet
»	P. 39	22 avril	8 juin	24 juin	20 juillet
»	T.	25 avril	8 juin	24 juin	22 juillet
3 mars 49	P. 155	25 mai	24 juin	5 juillet	23 juillet
»	P. 115	5 mai	20 juin	1er juillet	20 juillet
»	P. 41	10 mai	15 juin	22 juin	12 juillet
»	P. 13	18 mai	20 juin	24 juin	15 juillet
»	T.	22 mai	28 juin	4 juillet	30 juillet
30 mars 49	P. 35	18 mai	20 juin	30 juin	1er juillet
»	P. 12	10 juillet	—	—	—
»	T.	10 juillet	—	—	—
13 avril 49	P. 27 et T.	—	—	—	—
22 avril 49	P. 36	24 juin	15 juillet	—	—
»	T.	—	—	—	—

Tableau V. — *Dates caractéristiques de la reproduction du Blé Vilmorin 27.*

Date des semis	Traitement	Début de la montée	Epiaison	Floraison	Maturité
27 avril 49	P. 41	17 juin	15 juillet	—	—
»	P. 27	1er juillet	22 juillet	—	—
»	P. 16 et T.	—	—	—	—
4 mai 49	P. 61	15 juin	10 juillet	15 juillet	—
»	P. 30 et T.	—	—	—	—
20 déc. 49	T.	17 avril	26 mai	2 juin	30 juin
18 fév. 50	T.	21 mai	20 juin	4 juillet	30 juillet
28 fév. 50	P. 21	18 mai	12 juin	15 juin	20 juillet
»	T.	8 juin	2 juillet	16 juillet	30 juillet
7 mars 50	P. 23	24 mai	14 juin	30 juin	20 juillet
»	T.	18 juin	6 juillet	12 juillet	5 août
14 mars 50	P. 21	14 juin	30 juin	12 juillet	30 juillet
»	T.	29 juin	15 juillet	25 juillet	8 août
21 mars 50	P. 22	18 juin	10 juillet	18 juillet	5 août
»	T.	—	—	—	—
28 mars 50	P. 66	16 mai	12 juin	20 juin	10 juillet
»	P. 49	18 mai	20 juin	29 juin	25 juillet
»	P. 42	24 mai	22 juin	1er juillet	30 juillet
»	P. 35	29 mai	29 juin	12 juillet	5 août
»	P. 29	31 mai	29 juin	12 juillet	5 août
»	P. 22	25 juin	18 juillet	24 juillet	8 août
»	P. 15	4 juillet	—	—	—
»	T.	—	—	—	—
4 avril 50	P. 21 et T.	—	—	—	—
6 avril 50	P. 46	23 mai	21 juin	30 juin	30 juillet
»	T.	—	—	—	—
11 avril 50	P. 21 et T.	—	—	—	—
18 avril 50	P. 21 et T.	—	—	—	—
27 avril 50	P. 21 et T.	—	—	—	—
2 mai 50	P. 21 et T.	—	—	—	—
22 juin 50	P. 88	25 juillet	18 août	—	—
»	T.	—	—	—	—

TABLEAU V. — *Dates caractéristiques de la reproduction du Blé Vilmorin 27.* (*Suite*)

Les différents essais effectués de 1947 à 1950 permettent d'établir un graphique sur lequel figurent les durées de la phase semis-floraison en fonction des dates de semis (fig. 9). Pour les semis témoins, la durée de cette phase diminue nettement avec la tardiveté du semis, remarque déjà faite par Diehl (1946) ; il en est de même pour les plantes printanisées, mais cette diminution est toujours plus importante,

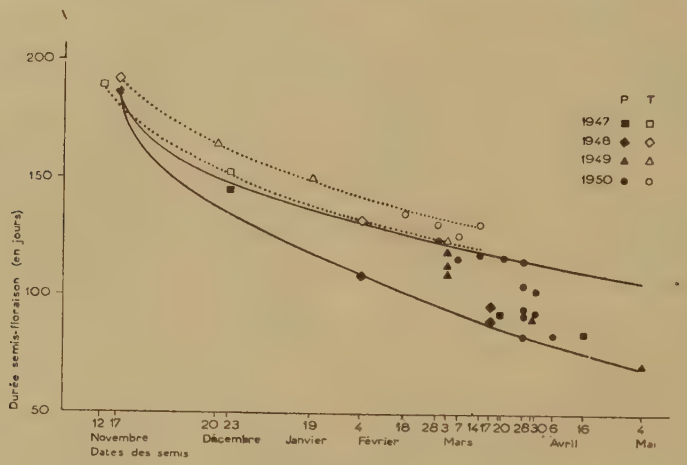


Figure 9.

Durée de la période semis-floraison chez le Blé Vilmorin 27.

elle l'est d'autant plus que le traitement est plus prolongé. De plus, cette diminution se poursuit longtemps après que les témoins aient perdu la possibilité de monter. La printanisation abaisse donc le minimum de durée des différentes phases de la vie du Blé.

a) Semis de 1948-1949 :

Les plantes témoins des semis des 17 novembre, 19 janvier et 3 mars, accomplissent normalement leur cycle complet de végétation respectivement en deux cent vingt-sept, cent quatre-vingt-quatre et cent quarante-neuf jours, d'autre part, la somme des températures inférieures à 4°C. (évaluées d'après les bandes du thermomètre enregistreur) subies par ces trois lots sont respectivement de trente-sept jours douze

heures, vingt-et-un jours et quatre jours seize heures. Ce qui montre que :

— la durée de la période semis-maturité diminue a mesure que la date du semis est plus tardive;

— le froid ne paraît pas indispensable pour l'accomplissement de la reproduction.

Ces résultats sont identiques à ceux fournis par les cultures des autres années.

Pour des semis printaniers de plus en plus tardifs, les avances dans les phénomènes de reproduction s'accroissent tant que la durée de printanisation est suffisante.

Pour une même date de semis, l'avance est d'autant plus importante que le traitement est plus prolongé, à condition toutefois de ne pas dépasser certaines limites. C'est ainsi que, pour le semis du 3 mars, cent quinze et cent cinquante-cinq jours de traitement produisent un effet défavorable par rapport à treize et quarante-et-un jours de ce même traitement. Il convient cependant de noter que c'est le lot printanisé cent quinze jours qui amorce le premier la montée, ce n'est qu'ultérieurement, dans les autres phénomènes de reproduction (épiaison, floraison et maturité), que l'effet défavorable de la printanisation se manifestera.

b) Semis de 1950 : semis échelonnés après une même durée de printanisation :

Les dates de semis (du 28 février au 2 mai) et la durée de printanisation (trois semaines) placent ces plantes dans les conditions limites permettant la reproduction.

Malgré cette faible durée de printanisation, on observe, jusqu'au semis du 14 mars, des avances de l'ordre d'une vingtaine de jours, ensuite les lots printanisés sont seuls à monter jusqu'au semis du 28 mars.

L'intervalle de temps qui s'écoule du début de la montée à la maturité est toujours supérieur dans les lots printanisés. L'avance initiale constatée au début de la montée s'amenuise à mesure que se déroulent les phénomènes de reproduction, ce qui en permet une meilleure évolution et explique l'amélioration de rendement.

La durée de la période semis-maturité est de l'ordre de cent trente-cinq jours pour les lots printanisés et de cent cinquante jours pour les témoins, les différents nombres considérés sur un intervalle de temps réduit ne varient pas sensiblement, dans les limites de nos expériences, il n'y a que chez les témoins qu'on peut observer une légère décroisance de ces durées.

Nous ne pouvons, comme pour l'Orge, observer une augmentation des avances des lots printanisés par rapport a leur témoin à mesure que le semis est pratiqué plus tardivement.

Les résultats des moyennes effectuées après la récolte (tableau VI) montrent que le pourcentage des pieds ayant formé un chaume et des épis fécondés décroît avec la tardiveté du semis, il est toujours plus élevé chez les plantes printanisées que chez les témoins.

2. *Influence de la durée du traitement : semis du* 28 *mars* 1950.

Nous observons des résultats favorables après des traitements de vingt-deux à soixante-six jours.

Les avances pour les différents phénomènes de reproduction sont d'autant plus importantes que le traitement est plus prolongé. Les effets favorables croissent dans le même sens que les durées de traitement, ce qui démontre bien les effets de ce dernier. Quand on compare les avances par rapport au dernier lot traité qui parvient à fructifier (P. 22), on constaste que, si elle sont importantes au début de la montée, elles s'amenuisent peu à peu jusqu'au stade de maturité des grains où elles sont relativement réduites. Il y a donc ici aussi une augmentation de la phase montée-maturité en même temps que la printanisation est plus prolongée, ce qui pourrait peut-être expliquer les améliorations de rendement déjà observées (Marchand, 1948).

Les moyennes effectuées après la récolte (tableau VI) montrent que le traitement par le froid améliore très nettement le pourcentage des pieds montés et celui des épis

Date du semis	Traitement	% de pieds montés	Moyenne par pied par rapport au nombre total de pieds ayant monté		% d'épis fécondés	Moyenne par pied par rapport au nombre total de pieds	
			Nombre d'épis	Nombre d'épis fécondés		Nombre d'épis	Nombre d'épis fécondés
28 fév. 50	P. 22	64	5,2	3,9	75	3,32	2,49
»	T.	52	4,22	2,16	51	2,19	1,12
7 mars 50	P. 22	61	4,32	3,4	76	2,63	1,68
»	T.	50	2,27	0,64	28	1,14	0,32
14 mars 50	P. 22	59	2,6	1,47	56	1,53	0.86
»	T.	38	1,46	0,64	44	0,55	0,24
21 mars 50	P. 22	75	2,75	1,24	45	2,06	0,93
»	T.	22	1,40	0,05	3,7	0,30	0,01
28 mars 50	P. 49	60	4,9	4,65	95	2,94	2,79
»	P. 42	54	3,5	2,70	78	1,89	1,45
»	P. 35	66	3,8	2,85	75	2,50	1,88
»	P. 29	42	2,7	1,40	52	1,13	0,58
»	P. 22	43	0,7	0,29	40	0,30	0,12
»	P. 15	43	1,1	0,13	12	0,47	0,05
»	T.	8	0,5	0	0	0,04	0
4 avril 50	P. 22	25	0,7	0	0	0,17	0

TABLEAU VI. — *Caractéristiques numériques obtenues après récolte des semis de 1950 de Blé Vilmorin 27*

fécondés. Le pourcentage de fécondation est nettement plus amélioré que celui de montée.

En résumé, le Blé Vilmorin 27 est très sensible au traitement de printanisation.

Ce traitement comporte une germination des semences avec 35 à 40 % de leur poids d'eau pendant deux jours à 15°C., puis un séjour d'une durée variable à 2-3°C. La durée optimum du traitement à appliquer dépend de la date à laquelle est pratiqué le semis. Les limites inférieures de durée sont partout importantes à déterminer, c'est ainsi que pour un semis du 28 mars, il faut vingt-deux jours de traitement, pour un semis du 6 avril quarante-six jours, pour un semis du 4 mai soixante et un jours et pour un semis du 22 juin, plus de quatre-vingt-huit jours. Ces durées peuvent avec profit être augmentées. Les limites supérieures sont assez élevées; on peut compter qu'en général, au delà d'une centaine de jours, un effet dépressif se fait sentir. Cet effet ne se manifeste surtout qu'après la montée; cette dernière continue à bénéficier d'un traitement prolongé, cent cinquante-cinq jours de printanisation provoquent *une avance au début de la montée, mais retardent nettement la floraison.*

Après un traitement d'une durée convenable, la levée est plus rapide; elle se trouve retardée après un traitement prolongé (une centaine de jours); les premières feuilles apparaissent plus rapidement, ensuite leur développement devient plus important chez les témoins, du fait de la plus grande augmentation du tallage. Chez les plantes printanisées, le tallage est réduit, conséquence, semble-t-il, de l'accroissement du chaume principal. Pour des semis printaniers, l'accélération de la croissance, la précocité de la montée et l'avance dans les phénomènes de reproduction sont proportionnelles à la durée de printanisation, la taille définitive des plantes printanisées est supérieure à celle des témoins même lorsqu'ils parviennent à monter. Pour des semis hivernaux, la printanisation n'entraîne pas de grosses

modifications; elle se traduit seulement par une avance de quelques jours dans les phénomènes de reproduction.

La printanisation, dans le cas du Blé, permet de prolonger la date du semis au-delà de la période normale, GESLIN et SERVY (1934) admettent qu'on ne peut dépasser une quinzaine de jours, et GESLIN et BUSTARRET (1947), un mois environ. Au cours de nos expériences, nous avons pu allonger la période de semis de durées supérieures en augmentant le séjour au froid.

Des durées croissantes de printanisation entraînent des améliorations sensiblement proportionnelles, ce qui montre ici encore qu'il s'agit d'un phénomène biologique qui s'effectue graduellement pendant le séjour au froid.

Les plantes qui ne montent pas accusent quand même un accroissement continu en poids; l'absence de reproduction n'est donc pas imputable à une défectuosité dans les phénomènes d'assimilation.

SEIGLE

Le Seigle d'hiver, variété Petkus, a fait l'objet de notre étude.

C'est avec cette même variété que GREGORY et PURVIS poursuivent leurs recherches détaillées des phénomènes de printanisation (1); elle a été expérimentée, en outre, par SEMMELINK, en Hollande, qui signale des différences énormes en faveur des plantes traitées pendant six semaines à 2-4°C. En France, DAVID (1944) a étudié le « Seigle d'hiver des Vosges » et a réussi à faire fructifier les plantes de cette variété après traitement de un mois et demi à trois mois et demi en les semant le 6 avril; il n'obtient pas de différences dans les rendements après ces différentes durées de traitement.

Dans nos expériences, le gonflage préalable des caryopses s'effectuait avec 45 % de leur poids d'eau; après trois à

(1) Cette variété est fournie par les Etablissements Vilmorin qui, à la suite d'un accord technique et commercial avec ses créateurs, offrent des semences originales de Petkus produites en France.

quatre jours de germination, la taille de l'embryon atteignait 3 à 4 mm.; ils étaient alors placés en chambre froide. Après une durée de printanisation normale (trente à cinquante jours), le coléoptile avait de 2 à 6 mm. de long, une à trois racines de 4 à 10 mm. s'étaient développées. Nous devons signaler un ennui assez fréquent : des moisissures se développent abondamment sur ces grains, ce qui nécessite une surveillance très attentive lorsqu'on veut s'abstenir d'employer des substances fongicides. Cet inconvénient pourrait être dû aux produits du métabolisme qui filtreraient à travers les téguments et faciliteraient ainsi la vie des mycéliums. C'est pour cette raison que nous n'avons pas retenu le Seigle Petkus pour l'expérimentation dont il sera question dans la deuxième partie, quoique cette céréale manifeste un très grand besoin de froid, ainsi que nous le verrons plus loin.

Comme pour les céréales précédentes, nous étudierons d'abord les phénomènes de croissance et ensuite les caractéristiques de la reproduction.

1. Croissance.

La levée s'effectue quelques jours plus tôt chez les plantes printanisées.

Pendant le début de la croissance, le nombre des feuilles développées est supérieur d'au moins une unité dans les lots traités, quelquefois même certains sujets possèdent deux et trois feuilles de plus (dans le semis du 13 janvier, le P. 40 a huit feuilles, tandis que le T. n'en a que cinq ou six le 30 mars). La hauteur des plantes (longueur des feuilles) est en même temps supérieure (à la même date que précédemment, les mêmes lots mesurent respectivement de 10 à 22 cm. et 6 cm.). La largeur des feuilles est aussi légèrement plus grande de quelques millimètres chez les plantes printanisées, par exemple, dans un semis de plantes printanisées quarante-quatre jours et témoins effectué le 23 décembre 1947, la mesure des feuilles analogues effectuée à différentes époques

donne les nombres suivants : 6, 13, 18, 18 et 18 mm., pour le lot printanisé, et 6, 12, 13, 16 et 16 mm., aux mêmes dates, pour le lot témoin.

En ce qui concerne la croissance du chaume, nous avons effectué diverses remarques intéressantes. Voici les résultats obtenus à ce point de vue, pendant l'année culturale 1948-49. Les semis ont été effectués les 17 novembre 1948 (P. 50, P. 5 et T.), 19 janvier 1949 (P. 110, P. 69, P. 40 et T.), 23 février 1949 (P. 34, P. 6 et T.) et 30 mars 1949 (P. 34, P. 6 et T.). Les études effectuées pendant la croissance ont permis de construire les courbes d'accroissement en longueur de la tige (figure 10).

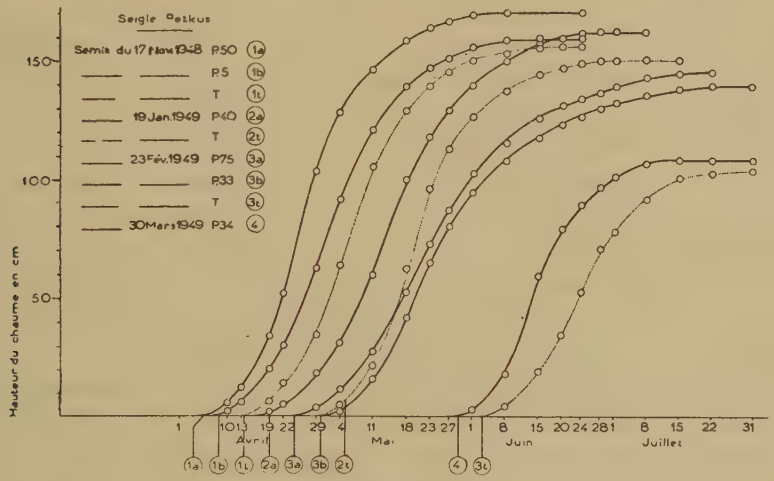


FIGURE 10.

Courbes de croissance du chaume du Seigle Petkus. Année 1948-1949.

On remarque tout d'abord que la montée débute d'autant plus tôt que le semis est plus précoce ou la printanisation plus prolongée. L'avance au début de la montée du lot printanisé par rapport au lot témoin s'accroît à mesure que la date du semis est plus tardive.

Le déroulement de la croissance s'effectue d'une manière sensiblement identique dans tous les cas, cependant il convient de noter une diminution de la vitesse vers la fin de la

croissance dans les semis effectués à partir du 23 février, ce phénomène paraît dû aux fortes chaleurs du mois de juin.

La taille définitive des plantes printanisées est toujours nettement supérieure à celle de leurs témoins.

Nous voyons donc que le Seigle d'hiver Petkus présente, au point de vue de la croissance, les mêmes caractéristiques que les autres céréales étudiées.

2. Reproduction.

Pour la reproduction de cette variété, les semis des années 1947 à 1949 ont permis de relever les dates caractéristiques figurant dans le tableau VII.

A l'aide de ces données, on peut construire un graphique (figure 11), qui illustre le comportement des lots expérimentés. Pour cela, on porte en abscisse les dates des semis des différentes années et en ordonnée les durées, comptées à partir de la date du semis, nécessaires aux divers lots pour parvenir à un état déterminé (début de la montée, épiaison, floraison et maturité). Il montre que les durées des différentes étapes considérées diminuent régulièrement à mesure que la date du semis est plus tardive. Pour les lots témoins, il y a une légère augmentation de ces durées avant la perte définitive des possibilités de reproduction. Avec les lots printanisés, on ne peut assister à un tel phénomène, mais la décroissance est plus marquée et se prolonge plus longtemps; ici, les variations sont moins régulières que chez les témoins car les durées de traitement varient d'une manière importante.

On constate que la date extrême des semis permettant la fructification des lots témoins est très précoce, elle se situe avant le mois de février, les semis des 4 février 1948 et 23 février 1949 fleurissent difficilement mais ne parviennent pas à donner des fruits. La date de la floraison du premier (11 juin), quoique tardive, permet encore la fructification de lots printanisés (P. 46 semé le 17 mars 1948, fleurit le 10 juin, P. 33 semé le 28 février 1948, fleurit le 15 juin), ce qui montre

Date du semis	Traitement	Début de la montée	Epiaison	Floraison	Maturité
16 avril 47	P. 63	14 mai	11 juin	—	—
	P. 53	20 mai	16 juin	—	—
	T.	—	—	—	—
23 déc. 47	P. 44	4 avril	29 avril	12 mai	16 juin
	T.	12 avril	12 mai	19 mai	22 juin
4 fév. 48	P. 32	10 avril	10 mai	19 mai	28 juin
	T.	10 mai	2 juin	11 juin	—
17 mars 48	P. 75	5 mai	22 mai	31 mai	25 juillet
	P. 46	12 mai	30 mai	16 juin	30 juillet
	T.	—	—	—	—
17 nov. 48	P. 50	7 avril	1er mai	18 mai	24 juin
	P. 5	10 avril	4 mai	18 mai	24 juin
	T.	13 avril	8 mai	20 mai	24 juin
19 janv. 49	P. 110	—	—	—	—
	P. 69	25 avril	18 mai	1er juin	6 juillet
	P. 40	22 avril	18 mai	1er juin	6 juillet
	T.	2 mai	25 mai	8 juin	15 juillet
23 fév. 49	P. 75	25 avril	27 mai	4 juin	21 juillet
	P. 33	2 mai	1er juin	15 juin	28 juillet
	T.	3 juin	25 juin	1er juillet	—
30 mars 49	P. 34	31 mai	20 juin	24 juin	—
	P. 6	—	—	—	—
	T.	—	—	—	—
20 déc. 49	P. 60	12 avril	19 mai	26 mai	23 juin
	T.	20 avril	22 mai	26 mai	28 juin

TABLEAU VII. — *Dates caractéristiques des différentes étapes de la reproduction du Seigle d'hiver Petkus.*
(Années 1947 à 1949.)

que la printanisation favorise non seulement la floraison mais aussi la fécondation et la formation des grains, faits déjà signalés par Ulrich et Ildis (1949).

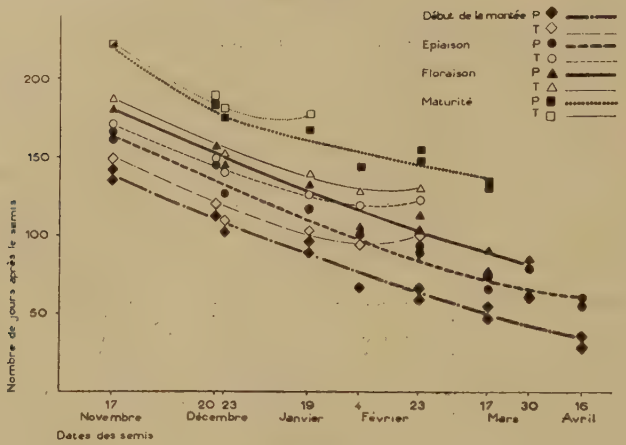


Figure 11.

Durée des différentes étapes de la reproduction du Seigle Petkus en fonction de la date du semis. Années 1947 à 1949.

Le traitement appliqué à des semis d'hiver se montre déjà favorable aux phénomènes de reproduction, beaucoup plus que pour les espèces considérées précédemment. Déjà pour le semis du 17 novembre 1948, cinquante jours et cinq jours de printanisation engendrent des avances de deux à six jours au début de la montée, à l'épiaison et à la floraison; la maturité ne semble pas modifiée. Ensuite, dès le 23 décembre, l'avance a lieu à tous les états.

Très tôt aussi, les avances deviennent plus importantes et, à partir du 19 janvier, aucun semis témoin n'est parvenu à fructifier; ils ne continuent à monter, épier et fleurir que jusqu'au semis du 23 février.

L'impossibilité des phénomènes de reproduction se manifeste aussi de bonne heure chez les lots printanisés; jusqu'au semis du 17 mars, tout se déroule normalement, ensuite (30 mars), la formation des grains ne se fait plus et, au 16 avril, malgré soixante-trois jours de traitement, la floraison ne peut avoir lieu.

Date du semis	Traitement	Hauteur pied	Tallage	Poids total d'une plante	Poids de la paille	Nombre d'épis	Longueur d'un épi	Poids des grains	Nombre de grains par épi	Poids de 100 grains
12 nov. 47	T.	143,4	4,25	23,5	9,75	3,47	11,4	5,2	56,9	3.03
23 déc. 47	P. 44	166,2	7	30	15	4,4	9,29	6,3	36,5	3,9
»	T.	141,1	5,14	12,45	5,76	4,32	9.83	4,5	34,6	3,0
4 fév. 48	P. 32	134,8	3,75	11,46	6.04	3,41	7,19	2.46	24,17	2,96
»	T.	98	1,8	13,6	5,6	1,6	7,1	0,39	13,3	1,83

TABLEAU VIII. — *Caractéristiques moyennes établies après la récolte pour une plante de Seigle Petkus.*
(dimensions en cm., poids en g.).

En effectuant les moyennes de mesures pratiquées sur différents lots après la récolte, il est possible d'apprécier les effets du traitement (tableau VIII). Tout d'abord, la supériorité de taille des lots printanisés se vérifie. Les talles se développent plus nombreux dans les lots printanisés que chez les témoins, lorsque ces derniers parviennent à monter; le poids total des plantes (racines, chaumes et épis) et le poids de la paille présentent une nette augmentation chez les plantes printanisées, ce qui confirme l'amélioration provoquée par le froid de la croissance des organes végétatifs. Corrélativement au tallage, le nombre d'épis par pied augmente après printanisation, leur longueur semble plus sensible à la date du semis qu'au traitement. La récolte en grains par pied très nettement améliorée est constituée par des grains plus lourds, dans le cas de semis printanisés. Le nombre de grains par épi s'accroît après la printanisation.

En résumé, le traitement du Seigle d'hiver Petkus par le froid a lieu après un début de germination de trois ou quatre jours à 15°C, en fournissant aux grains 45 % de leur poids d'eau.

Il provoque tout d'abord un plus grand accroissement de l'appareil végétatif, ensuite, il active la différenciation du chaume et de l'épi, lui permet de fleurir et de fructifier dans de bonnes conditions même tardivement. Ainsi, le Seigle se comporte comme les autres céréales d'hiver que nous avons étudiées précédemment.

La reproduction de cette céréale n'est possible que pour une date limite de semis se situant aux environs de la fin du mois de janvier. La printanisation permet de retarder cette date jusqu'au 17 mars lorsque les grains semés sont soumis à un traitement préalable d'une durée de quarante-six jours; une printanisation de trente-quatre jours se montre insuffisante pour un semis pratiqué le 30 mars. Nous avons éprouvé de grandes difficultés pour éviter le développement des moisissures pendant le traitement, aussi nous n'avons pu faire subir aux semences des traitements prolongés qui nous auraient peut-être permis de reculer encore la date de semis

tout en conservant la possibilité de la reproduction. De faibles durées de traitement (cinq jours) peuvent provoquer une légère amélioration en semis d'hiver (17 novembre 1948), mais sont insuffisantes pour des semis de printemps (P. 6 du 30 mars 1949). Le traitement améliore les rendements en grains et en paille.

Le Seigle d'hiver Petkus est une céréale qui a de grandes exigences au point de vue des basses températures, il n'y a pas à s'en étonner puisque, sans traitement, elle est semée dès le mois de septembre, c'est aussi ce qui explique les bons résultats du traitement appliqué à des semis d'hiver.

AVOINE

La variété étudiée est l'Avoine grise d'hiver (1). Cette variété a été expérimentée par David (1944) dans la région parisienne; il a remarqué que, pour un semis du 14 avril, certains sujets témoins montent encore, mais il a constaté une sérieuse avance à la montée, un rendement et un poids moyen des grains augmentés dans les lots printanisés.

Dans nos expériences, la germination des grains s'effectue avec 45 % de leur poids d'eau à la température du laboratoire, pendant quatre jours. Au moment de la mise dans l'armoire frigorifique, on voit sortir une à trois racines de 1 à 4 mm. de longueur. Après une durée normale de printanisation, la coléoptile qui, au cours de son développement, a rompu le péricarpe et les téguments, atteint 2 à 10 mm. de hauteur, tandis qu'apparaissent une à cinq racines de 4 à 15 mm. de long.

Comme pour les autres céréales, nous considérons successivement les phénomènes de croissance et ceux conditionnant la reproduction.

---

(1) Provenant des Etablissements Vilmorin.

1. Croissance.

Pour l'étude de la croissance, les semis effectués pendant la campagne 1948-49 retiendront notre attention. Ils furent pratiqués les 17 novembre 1948 (P. 50 et T.), le 19 janvier 1949 (P. 69, P. 39 et T.), 6 avril 1949 (P. 72, P. 42 et T.) et 4 mai 1949 (P. 45, P. 26 et T.). Les résultats des mesures permettent la construction des courbes de la figure 12. L'ensemble de ces données nous conduit aux remarques suivantes :

La montée des lots non traités n'est possible que pour les semis antérieurs au 6 avril, après cette date elle n'est même pas amorcée (T. du 4 mai 1949). Le début de la montée, après des durées normales de traitement, est souvent avancé, ceci même pour des semis d'hiver; dans celui du 17 novembre

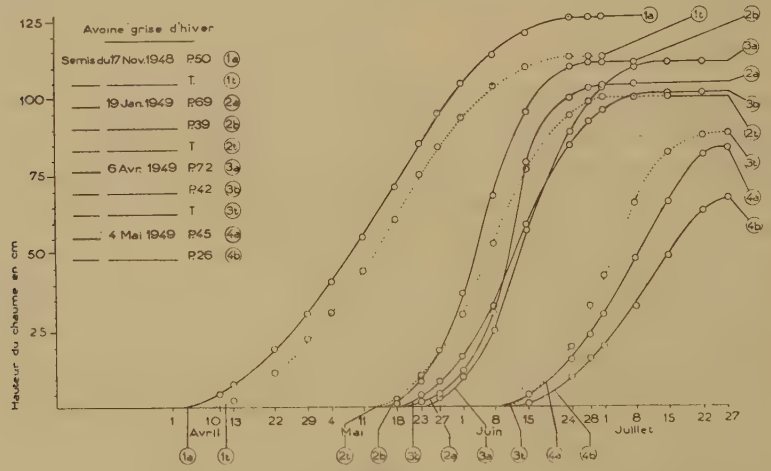


Figure 12.
Courbes de croissance du chaume de l'Avoine grise d'hiver. Année 1948-1949.

1948, pour le P. 50 l'accroissement de la tige commence trois à quatre jours plus tôt que chez le témoin. Par contre, pour celui du 19 janvier 1949, le P. 69 accuse un léger retard de trois jours par rapport aux P. 39 et T. Lorsque la date du semis devient plus tardive (6 avril 1949), les différences sont plus nettes, elles s'échelonnent entre sept et vingt-quatre jours pour les P. 147 à P. 42; ici les avances varient en raison

inverse de la durée du traitement, vraisemblablement parce que, au-delà de quarante-deux jours, ce dernier est trop prolongé. Pour des durées de traitement inférieures à la durée optimum, les avances varient dans le même sens que le nombre de jours de traitement (semis du 4 mai 1949, P. 45 et P. 25). Il faut cependant noter ici que l'Avoine grise d'hiver semble réagir d'une manière spéciale à la printanisation pour le début de la montée, ce qui nous paraît dû au faible besoin en froid de cette espèce.

La vitesse de croissance est sensiblement la même pour tous les lots semés antérieurement au 6 avril 1949, à cette date, on voit que la vitesse de croissance des plantes printanisées pendant soixante-douze jours est plus grande que lorsque ces dernières ne sont printanisées que pendant quarante-deux jours. Il en est de même pour les lots semés le 4 mai 1949 (P. 45 et P. 26).

La taille définitive des plantes printanisées est toujours plus élevée que celle des témoins. Elle l'est d'autant plus qu'un traitement plus prolongé a été appliqué. Une exception à cela, lorsque la durée de ce traitement dépasse les limites normales pour la date du semis (P. 69 du 19 janvier 1949).

Ces caractéristiques concordent avec celles des autres céréales, mais il faut noter que cette espèce conserve très tard ses possibilités de montée, elle se montre peu exigeante vis-à-vis des basses températures.

2. Reproduction.

Pour l'étude des phénomènes de reproduction, nous considérerons l'ensemble des semis intéressants pratiqués de 1947 à 1949 au sujet desquels les dates caractéristiques figurent dans le tableau IX; ils permettent les remarques suivantes :

L'Avoine non printanisée parvient à monter même après des semailles tardives. Seuls deux semis ont donné des témoins acaules. C'est tout d'abord celui du 16 avril 1947 dans lequel le lot non traité était encore en herbe le 24 juin, tandis

Date du semis	Traitement	Début de la montée	Epiaison	Floraison	Maturité
12 nov. 47	T.	12 avril	19 mai	26 mai	20 juin
23 déc. 47	P. 45	14 avril	10 mai	26 mai	20 juin
»	T.	14 avril	21 mai	30 mai	25 juin
4 fév. 48	P. 31	16 avril	26 mai	1er juin	7 juillet
»	T.	16 avril	26 mai	1er juin	7 juillet
17 mars 48	P. 38	20 mai	23 juin	29 juin	17 juillet
»	T.	25 mai	7 juillet	16 juillet	—
17 nov. 48	P. 50	5 avril	26 mai	1er juin	25 juin
»	P. 7	10 avril	27 mai	3 juin	28 juin
»	T.	10 avril	27 mai	3 juin	28 juin
19 janv. 49	P. 69	20 mai	15 juin	18 juin	5 juillet
»	P. 39	17 mai	20 juin	24 juin	8 juillet
»	T.	17 mai	20 juin	28 juin	12 juillet
16 fév. 49	P. 97	15 mai	10 juin	24 juin	10 juillet
»	P. 23	15 mai	15 juin	20 juin	8 juillet
»	T.	15 mai	15 juin	20 juin	8 juillet
6 avril 49	P. 147	7 juin	10 juillet	—	—
»	P. 116	1er juin	8 juillet	—	—
»	P. 72	25 mai	22 juin	25 juin	18 juillet
»	P. 42	20 mai	25 juin	30 juin	22 juillet
»	T.	10 juin	12 juillet	—	—
4 mai 49	P. 147 - P. 100	—	—	—	—
»	P. 45	10 juin	10 juillet	—	—
»	P. 26	12 juin	15 juillet	—	—
»	P. 9 et T.	—	—	—	—
20 déc. 49	P. 57	25 avril	22 mai	30 mai	25 juin
»	T.	30 avril	2 juin	7 juin	2 juillet

TABLEAU IX. — *Dates caractéristiques des étapes de la reproduction de l'Avoine grise d'hiver.*
(Années 1947 à 1949.)

que les semis de grains printanisés soixante et quarante-cinq jours donnaient des plantes qui, à la même date, avaient leurs panicules dégagés. Ensuite, c'est le semis témoin du 4 mai 1949 qui reste, lui aussi, en herbe. Ces deux exemples de semis très tardifs montrent qu'un traitement de printanisation est actif sur l'Avoine grise d'hiver et permet la montée. En dehors de ces cas typiques, le traitement provoque seulement une avance dans les phénomènes de reproduction.

En considérant les semis effectués le 6 avril 1949, on constate qu'un traitement de soixante-douze jours par le froid provoque une avance à l'épiaison de dix-neuf jours par rapport au témoin, tandis qu'un traitement de quarante-deux jours n'entraîne que seize jours d'avance; ces deux semis donnent des plantes qui fleurissent et fructifient normalement avec toujours une légère avance du lot printanisé soixante-douze jours, sur le lot printanisé quarante-deux jours. Par contre, les semis de cette date montrent qu'on ne peut augmenter indéfiniment la durée d'exposition au froid, ainsi pour cent seize et cent quarante-sept jours de traitement, on note encore une avance par rapport au témoin, mais elle est réduite à quelques jours et la floraison et la fructification ne s'effectuent que pour un très faible pourcentage de pieds et dans de mauvaises conditions. Il faut noter que, dans ce cas, la levée se fait très mal. Ici, le traitement exerce un effet dépressif aussi bien sur le grain lui-même, par épuisement des réserves entraînant une mauvaise levée, que sur la vie ultérieure de la plante; ce qui démontre cet effet défavorable, c'est l'avance d'autant plus réduite que le traitement est plus prolongé.

Toutes les époques de l'année ne sont pas aussi favorables pour démontrer l'efficacité du traitement; si nous considérons les semis effectués durant l'hiver, nous remarquons que les différences sont peu sensibles, quelquefois même, pour des durées de traitement faibles, elles passent inaperçues. Pour une printanisation de quarante-cinq jours, dans le semis du 23 décembre 1947, le début de la montée a lieu en même temps que chez le témoin, une avance de deux jours à l'épiaison et de quatre jours à la floraison sont cependant décela-

bles. Avec une printanisation de trente et un jours, le semis étant effectué le 4 février 1948, on ne note aucune différence avec le témoin. Dans les semis effectués le 17 novembre 1948, on peut enregistrer une avance de deux à trois jours dans les phénomènes de reproduction du lot printanisé cinquante jours, tandis que le lot printanisé sept jours n'accuse aucune différence. Il y a donc lieu de considérer, en même temps que la date du semis, la durée du traitement, ceci en dehors des facteurs externes qui agissent sur la vie de la plante et qui varient d'une année à l'autre.

Les durées classiques de traitement, c'est-à-dire de l'ordre de trente à quarante jours, ne sont efficaces que lorsque le semis a lieu à une période avancée du printemps. Si l'on veut obtenir un résultat pour un semis hivernal (jusqu'en février), il faut augmenter la durée; c'est ainsi que les plantes printanisées trente et un jours, semées le 4 février 1948, n'accusent aucune différence avec le témoin, il en est de même pour le semis printanisé trente-neuf jours effectué le 19 janvier 1949; mais si on augmente la durée du traitement, on peut noter une avance : pour un semis effectué le 17 novembre 1948 avec un traitement de cinquante jours, on observe une avance de un à trois jours. Il paraît évident qu'il faut tenir le plus grand compte du froid naturel qui agit aussi bien sur les plantes printanisées que sur leurs témoins; il semble donc que l'action du traitement se fera d'autant mieux sentir que la durée de l'action du froid artificiel sera plus grande par rapport à la somme des basses températures subies pendant la culture. Par suite de l'effet dépressif qu'exerce sur la plante une printanisation trop prolongée, on ne peut, dans la pratique, dépasser une centaine de jours de traitement; il y a lieu de noter aussi qu'il n'existe pas, à proprement parler, addition du froid artificiel et du froid naturel pour provoquer cet effet.

Les phénomènes de reproduction sont à rapprocher des phénomènes de croissance, l'avance à la montée provoquée par le traitement se retrouve à l'épiaison et à la floraison; lorsque la durée du traitement est convenable, cette avance se maintient à peu près à chacune des étapes considérées, ce

qui permet de conclure que le traitement provoque une accélération générale des phénomènes de reproduction. La durée totale de la vie de la plante en culture se trouve donc réduite par rapport au témoin. Comme nous l'avons vu précédemment pour le Seigle, nous remarquons ici encore que le temps compris entre la date du semis et chacune des étapes de la reproduction diminue constamment à mesure que le semis est effectué plus tard ou que la printanisation est prolongée au delà des limites supérieures de durée.

Pour conclure, nous dirons que l'Avoine grise d'hiver se comporte plutôt comme une variété alternative, elle ne manifeste pas un très grand besoin de froid. Lowig (1934) avait déjà signalé que l'Avoine présentait les mêmes réactions que les céréales de printemps.

Le traitement s'effectue après une germination des grains pendant quatre jours à 15°C., en présence de 45 % d'eau.

Un traitement d'une quarantaine de jours, appliqué à des semences mises en terre en hiver (novembre à janvier), provoque une avance de trois à cinq jours dans les phénomènes de reproduction. Une même durée pour des semis de printemps (mars-avril) permet le déroulement complet de ces mêmes phénomènes dans de bonnes conditions, avec des avances accrues. On peut augmenter la durée (P. 72 semis d'avril) et améliorer les avances (19 jours). Cependant, au delà d'une centaine de jours, le traitement se traduit par un effet dépressif.

Les réactions de l'Avoine grise d'hiver, quoique moins apparentes, demeurent néanmoins les mêmes que celles des autres céréales.

TULIPES

Les bulbes de tulipes se plantent habituellement avant l'hiver et donnent des fleurs au début du printemps. Nous avons pensé que le froid pouvait jouer un rôle dans cette floraison précoce.

Pour notre expérimentation, des tulipes simples « Darwin » ont été choisies : un lot était mis en terre normalement au début de l'hiver, un autre était placé en chambre froide à la surface de sable lavé, humide et disposé en couche 3 à 5 cm. d'épaisseur dans les cristallisoirs fermés par un disque de verre; enfin, un troisième lot était conservé sec à la température du laboratoire pour être mis en terre en même temps que le précédent afin de servir de témoin. Les expériences ont été effectuées en 1947-48 et 1950-51.

1. *Expériences de* 1947-1948.

Les témoins d'hiver furent plantés le 29 novembre 1947. Le 18 février 1948 nous mettions en terre un lot printanisé pendant trente-neuf jours (à partir du 10 janvier) et un lot témoin. A ce moment, les témoins d'hiver avaient trois feuilles de 4 cm. de haut. Le nombre des feuilles développées devint vite plus important dans le lot printanisé (le 22 mars les plantes printanisées ont quatre à cinq feuilles et les témoins trois ou quatre). La floraison débuta en même temps (7 avril) dans les deux premiers lots (témoin d'hiver et P.39); à ce moment-là, les pédoncules floraux étaient moins longs chez les plantes printanisées (10 cm. au lieu de 15 cm.), la surface des feuilles moins grande (140 x 75-80 mm.) que chez les témoins d'hiver (140 x 100 mm.). La taille définitive des plantes printanisées est aussi moins élevée (37 cm. au lieu de 40-50 cm.). Pendant ce temps, le témoin mis en terre le 18 février forme des bourgeons qui sortent de terre mais desquels se dégagent difficilement une ou deux feuilles qui s'étiolent et se dessèchent très vite. La floraison terminée, on constate que des fruits se forment sur les témoins d'hiver, tandis que les printanisées ont de petits ovaires stériles qui se dessèchent.

Le séjour au froid est donc capable de provoquer une croissance normale et la floraison de ces plantes, mais la fructification semble entravée; c'est pour essayer de préciser ce point que les expériences furent reprises en 1950.

2. *Expériences de* 1950-1951.

Les témoins sont mis en terre le 18 décembre 1950 tandis qu'un autre lot est placé en chambre froide. Cette fois, deux variétés, rouge et blanche, sont utilisées. Les bulbes traités par le froid sont plantés le 6 février 1951 (P. 72). La floraison débute comme précédemment à la même époque, la variété blanche se montrant plus précoce. Les caractéristiques recueillies en 1947-48 sont confirmées. La fécondation, malgré un traitement plus important, ne s'est pas effectuée, mais il faut noter que pour les témoins il en a été de même.

Depuis les travaux de Blaauw, on sait que le point végétatif se transforme en ébauche florale pendant la période de repos apparent, ceci s'effectuant à des températures assez élevées, mais ensuite, quelques semaines de froid permettent à la plante de former une hampe florale et des feuilles normales.

L'action du froid sur les bulbes de tulipes paraît donc indispensable à l'accomplissement de la reproduction, mais il ne semble pas favoriser la fécondation, si l'on en juge par la seule expérience de 1950. Par contre, le système végétatif est très légèrement réduit chez les plantes traitées. Un traitement de trente-neuf jours pour une mise en terre effectuée le 18 février, suffit à déclencher l'accroissement de la hampe florale et la floraison, il nous est apparu inutile de dépasser cette durée.

CONCLUSIONS

Pour les quelques espèces considérées ici, l'action du froid se montre donc de première importance. S'il ne paraît pas toujours indispensable pour le déroulement des phénomènes de reproduction, il exerce néanmoins dans certaines conditions une action déterminante.

Les céréales d'hiver se comportent toutes de façon analogue après le traitement de printanisation. La levée s'effectue

plus précocement, le nombre des feuilles qui apparaissent est toujours plus élevé que chez les témoins, au début de la croissance. Ultérieurement, la largeur et la longueur des feuilles sont supérieures à celles des témoins. Le phénomène de montée débute plus tôt, la croissance s'accomplit à une vitesse sensiblement accélérée pour des semis pratiqués tardivement et la taille définitive est toujours supérieure quelle que soit l'époque du semis. L'influence du froid artificiel se manifeste surtout dans les phénomènes de reproduction, on note tout d'abord une avance à l'épiaison, à la floraison et à la maturation des semences. Le traitement permet encore la reproduction bien après que les témoins aient perdu cette faculté. Dans ce cas, on assiste à un développement végétatif intense, la plante conserve un aspect herbacé et le nombre des feuilles s'accroît considérablement. Cependant, pour une même durée de printanisation, le pourcentage des pieds montés décroît à mesure que la date du semis est plus tardive, mais cette diminution est moins accusée que dans les lots témoins. Pour des semis effectués à des dates de plus en plus éloignées de la date normale, les avances deviennent plus importantes tant que la durée de printanisation est suffisante. Pour une même date de semis, l'avance est d'autant plus marquée que la durée de printanisation est plus longue. Les rendements en paille et en grains sont améliorés par le traitement.

Les avances constatées à chacune des étapes successives de la reproduction diminuent de l'une à l'autre, ce qui entraîne une augmentation de la durée totale des phénomènes reproductifs chez les plantes printanisées par rapport à leur témoin. Ce déroulement plus lent pourrait expliquer en partie les améliorations de rendements.

La durée du traitement à appliquer, pour observer au maximum ces améliorations, varie avec la date du semis et les espèces considérées. Parmi les céréales étudiées, le Seigle Petkus est celle qui a le plus grand besoin de froid, ensuite viennent le Blé Vilmorin 27, puis l'Orge carrée d'hiver, enfin l'Avoine grise d'hiver qui n'exige pas pour se reproduire

d'être soumise aux basses températures pendant une longue période de l'année mais qui bénéficie cependant d'un traitement par le froid.

Le froid seul suffit pour provoquer une avance à la reproduction dans les semis hivernaux mais la limite supérieure de durée de traitement est plus vite atteinte. A mesure que la date de semis devient plus tardive le traitement doit être plus prolongé, mais il existe toujours une durée limite au delà de laquelle apparaît un effet dépressif tant sur les phénomènes de croissance que sur ceux de reproduction. Le début de la montée est le premier phénomène qui tire profit d'un traitement même de trop courte durée pour influencer les autres étapes, et c'est aussi celui qui continue à bénéficier du froid malgré un traitement de trop longue durée alors que les autres phénomènes en souffrent.

Les expériences poursuivies avec de courtes durées de traitement ont montré qu'elles présentaient déjà une certaine efficacité et que les améliorations augmentaient en même temps que la durée du traitement. Il n'existe donc pas de seuil dans les phénomènes de printanisation, l'état « printanisé » s'acquiert progressivement pendant le séjour au froid.

On constate que le temps nécessaire, évalué à partir de la date du semis, pour parvenir aux différentes étapes caractéristiques de la reproduction diminue constamment à mesure que le semis devient plus tardif, ceci aussi bien pour les lots témoins que pour les lots printanisés. Toutefois, pour ces derniers, cette durée continue à diminuer lorsque le témoin ne se reproduit plus, ce qui explique l'intérêt d'un tel traitement.

CHAPITRE III

ACTION FAVORISANTE DU FROID SUR LA REPRODUCTION

Dans bien des cas, l'efficacité de la printanisation est moins manifeste que précédemment, elle n'entraîne qu'une avance dans les phénomènes de reproduction qui conservent néanmoins la possibilité de se dérouler en l'absence de basse température. Le froid joue donc seulement ici un rôle favorisant.

ORGES DE PRINTEMPS

Les deux variétés étudiées sont les Orges Hallet's pedigree Chevalier et Kenia (1). Les résultats étant à peu près identiques chez ces deux variétés, le compte rendu des expériences sera fait globalement pour éviter des répétitions inutiles. Nous considèrerons tout d'abord les semis normaux effectués pendant les années 1947 et 1948 et ensuite ceux pratiqués de 1948 à 1950, qui nous ont permis d'observer la persistance des effets de la printanisation sur la descendance des pieds traités (effets rémanents).

1. *Semis normaux* (1947-1948).

Ces semis sont effectués au printemps. Les effets de la printanisation sont moins nets qu'avec la variété d'hiver considérée plus haut. En général on note de très faibles diffé-

(1) Des Etablissements Vilmorin.

rences avec les témoins : avance de l'ordre de quelques jours seulement. Ces différences entre les plantes printanisées et les plantes témoins sont comparables à celles que l'on observe avec les variétés d'hiver semées en période normale, c'est-à-dire à l'automne et au début de l'hiver. La croissance est améliorée pour les pieds issus de semences traitées, le début de la montée peut être avancé de quelques jours dans les cas favorables, de même la taille définitive est supérieure de quelques centimètres à celle du témoin.

Comme les phénomènes précédents, les étapes de la reproduction sont accélérées par le traitement de printanisation; on note presque toujours une avance de quelques jours dans ces phénomènes.

Les améliorations provoquées par le traitement varient avec la date du semis et avec la durée du traitement. Des semis effectués les 31 mars et 16 avril 1947 avec des durées de traitement qui sont respectivement de dix-sept et trente-trois jours provoquent une avance de trois ou quatre jours. L'année suivante, les semis du 17 mars, après trente-neuf jours de traitement pour les plantes printanisées ne donnent aucune différence nettement appréciable; par contre, les semis plus tardifs de la même année (20 avril et 5 mai) permettent de noter des avances assez nettes. Nous reviendrons ultérieurement sur le détail de ceux du 20 avril. Quant à ceux du 5 mai, ils comportent, pour les deux variétés, trois durées de traitement (quatre-vingt-six, quarante-cinq et vingt-sept jours) et un témoin; ces semis très tardifs donnent des plantes qui souffrent de la chaleur et de la sécheresse, malgré cela, on peut tirer quelques résultats comparatifs de cette culture. Après un traitement de vingt-sept jours, on enregistre une avance de cinq à sept jours chez les deux variétés, mais un traitement de quarante-cinq jours ne semble provoquer une légère avance que dans la variété Hallet's pedigree Chevalier. Il faut noter ici que c'est la variété cataloguée demi-tardive, tandis que l'autre (Kenia) est une variété demi-précoce. Il se pourrait que cette « tardiveté » plus accusée lui permette de bénéficier plus largement du traitement. Quant au traitement de quatre-vingt-six jours, dans les deux cas on

n'obtient que des pieds chétifs qui résistent mal à la sécheresse et meurent très tôt.

Deux conclusions s'imposent : le traitement, pour être efficace, doit être appliqué à des grains semés tardivement (après le 17 mars dans les cas considérés); de plus, ce traitement est efficace pour des durées moindres (onze et dix-sept jours provoquent une avance) et il ne peut être prolongé aussi longtemps que pour les variétés d'hiver, on voit bien plus vite se manifester un effet dépressif.

2. *Semis spéciaux : effets rémanents de la printanisation.*

Nous avons été très surpris, en semant l'année suivante, sans leur faire subir aucun traitement, les grains récoltés sur des plantes printanisées et sur leurs témoins, de constater que les sujets obtenus se comportaient de manière toute différente. Ce comportement rappelle nettement celui des sujets printanisés et de leurs témoins dont elles sont issues l'année précédente.

a) Semis de 1948.

Des grains appartenant aux deux variétés d'Orge de printemps sont semés le 31 mars 1947; pour chacune d'elles, des grains printanisés pendant dix-sept jours et des grains non traités sont mis en terre. On note, comme nous venons de le voir, une très légère avance de trois à quatre jours dans les phénomènes de reproduction des sujets printanisés par rapport à leurs témoins. L'année suivante, le 20 avril 1948, les grains produits par ces plantes printanisées en 1947 sont semés sans traitement et en même temps qu'eux des lots de grains issus des pieds témoins sont mis en terre après printanisation pendant des durées variables et sans printanisation.

Nous allons considérer le comportement de ces différents lots aux points de vue croissance et reproduction, ensuite nous examinerons rapidement leur devenir au cours des années 1949 et 1950.

— Croissance :

Les mesures effectuées pendant la croissance permettent de construire les courbes des figures 13 et 14. L'examen de ces données nous amène à constater que la croissance de la tige est plus précoce chez les plantes pour lesquelles un traitement de printanisation de dix-sept jours a été appliqué à leur ascendance. Ensuite, par ordre de précocité, viennent les

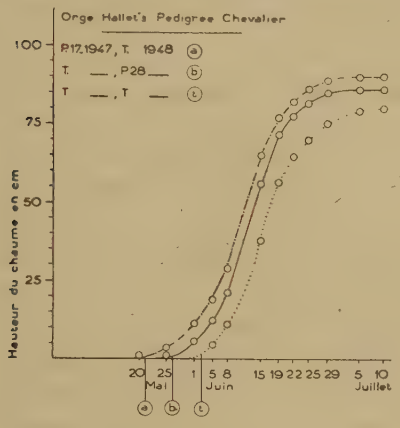


FIGURE 13.
Courbes de croissance du chaume de l'Orge Hallet's Pedigree Chevalier. Semis du 20 avril 1948.

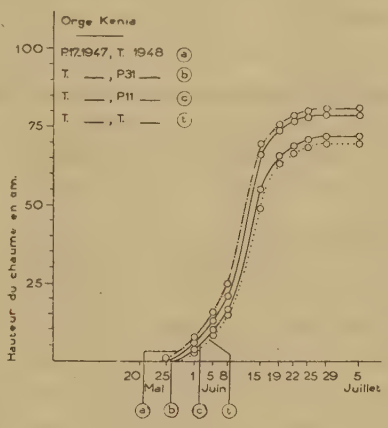


FIGURE 14.
Courbes de croissance du chaume de l'Orge Kenia. Semis du 20 avril 1948.

plantes ayant subi en 1948 un traitement de printanisation. Cette précocité est plus marquée lorsque le traitement est plus prolongé (dans la variété Kenia nous voyons que trente et un jours de froid accélèrent davantage que onze jours). Au dernier rang se placent les témoins n'ayant jamais subi de traitement. Il faut cependant remarquer que la vitesse de croissance est sensiblement la même dans tous les cas.

Aussi inattendu que cela puisse paraître, le traitement de printanisation retentit, chez ces variétés, sur la descendance des pieds auxquels il est appliqué. Ce retentissement, s'il a pu être noté dans la croissance et la taille définitive, était

encore plus évident sur le terrain où ces pieds se montraient non seulement plus hauts mais aussi beaucoup plus vigoureux (tallage plus important).

— Reproduction :

La croissance n'est pas seule à être influencée; la reproduction subit elle aussi des modifications. Examinons le tableau X ; nous voyons que le traitement de 1947 se traduit par une avance comparable à celle provoquée par le traitement d'une trentaine de jours de 1948, même avec une légère

Traitement 1947	Traitement 1948	Début de la montée	Epiaison	Floraison	Maturité
Orge Hallet's pedigree chevalier.					
P. 17	T.	20 mai	15 juin	29 juin	23 juillet
T.	P. 28	25 mai	15 juin	5 juillet	24 juillet
T.	T.	28 mai	29 juin	15 juillet	27 juillet
Orge Kenia.					
P. 17	T.	25 mai	15 juin	29 juin	20 juillet
T.	P. 31	25 mai	15 juin	29 juin	20 juillet
T.	P. 11	27 mai	21 juin	10 juillet	23 juillet
T.	T.	27 mai	22 juin	13 juillet	25 juillet

TABLEAU X. — *Dates caractéristiques relevées pendant la culture des deux variétés d'Orge de printemps semées le 20 avril 1948.*

anticipation de quelques jours pour la floraison, chez la variété Hatler's pedigree chevalier. Pour la variété Kenia, les avances sont du même ordre que pour les sujets printanisés durant trente et un jours pendant l'année en cours, tandis qu'à contraire onze jours de traitement ne réussissent qu'à *provoquer une légère différence.*

A première vue, il est surprenant qu'un traitement de dix-sept jours appliqué en 1947 provoque une avance de trois ou quatre jours, tandis que ce même traitement entraîne, l'année suivante, des avances de l'ordre de sept à quatorze jours. Il y a lieu, nous semble-t-il, de considérer ici les dates des semis : en 1947 ils furent effectués le 31 mars, et en 1948 le 20 avril. Cette dernière date plus tardive confère au traitement de printanisation une plus grande efficacité. Il est à remarquer, en outre, que la variété Kenia est moins influencée que la variété Hatler's pedigree chevalier plus tardive; chez cette dernière, les dix-sept jours de froid de 1947 paraissent plus favorables que les vingt-huit jours de traitement de 1948. Il faut donc considérer l'époque normale de la reproduction d'une plante pour juger de l'effet possible du traitement, on réussira ainsi à avancer les dates des phénomènes reproducteurs vers une période limite qui paraît ne pouvoir être dépassée. Il semble que, dans les cas considérés ici, cette limite soit atteinte pour l'Orge Kenia printanisée pendant *dix-sept jours (en 1947).*

L'étude des mensurations effectuées à partir de mensurations effectuées après la récolte (Tableau XI) montre que la taille culminale, toujours légèrement supérieure chez les plantes printanisées, l'est encore davantage chez celles dont les parents ont subi le traitement l'année précédente. Le tallage lui-même est supérieur chez ces dernières par rapport aux sujets printanisés, où il convient d'ajouter que ce tallage n'est cependant pas amélioré par la printanisation, dans le cas de l'Orge Kenia, les témoins ont un tallage supérieur à tous les autres. Le poids des organes végétatifs (tiges, feuilles, gaines, racines) est amélioré par les traitements dans le cas de l'Orge Hatler's pedigree chevalier, tandis que la variété Kenia semble en souffrir. Le rendement pondéral en

Traitement en 1947	Traitement en 1948	MOYENNES POUR UNE PLANTE										
		Hauteur	Tallage	Poids tiges + racines	Poids des tiges	Poids des épis	Poids des grains	Nombre d'épis	Nombre de grains par épi	Poids d'un épi	Longueur moyenne d'un épi	Poids de 100 grains
Orge Hallet's pedigree chevalier.												
P. 17	T	66,5	3,1	5,7	4,79	2,6	2,03	2	21,6	1,33	10,33	4,69
T	P. 28	56,4	2,6	3,91	3,43	1,91	1,39	1,34	23	1,42	10,6	4,51
T	T	53	2,6	3,82	3,17	1,21	0,78	1,07	19,1	1,13	9,8	3,86
Orge Kenia.												
P. 17	T	61	3,2	2,91	2,6	3,5	3,37	2,37	24,6	1,77	9,23	5,78
T	P. 31	59,2	2,5	3	2,4	1,3	1	1,2	19,7	1,08	8,8	4,23
T	P. 11	57,9	4	4,24	3,57	3,42	2,43	3,1	20,1	1,09	9,4	3,89
T	T	52,8	5,6	8	7	4	2,4	4	15,3	1	8	3,92

TABLEAU XI. — *Moyennes établies après la récolte des Orges de printemps semées le 20 avril 1948.*

(dimensions en cm., poids en g.)

grain par pied est nettement augmenté par le traitement de l'année précédente. Pour la variété Kenia, trente et un jours de traitement semblent exercer une action dépressive comme sur presque toutes les autres caractéristiques. Ce qui est amélioré dans tous les cas, quel que soit le traitement, c'est le nombre de grains par épi, le poids d'un épi, la longueur d'un épi et le poids moyen de 100 grains.

Il faut remarquer que, d'une manière générale, les moyennes obtenues varient dans le même sens par rapport aux témoins, tant pour les pieds printanisés que pour les descendants de pieds printanisés l'année précédente; il faut même noter que l'effet est souvent plus net quand le traitement remonte à l'année précédente.

b) Semis des années 1949 et 1950.

Nous avons repris l'année suivante les grains récoltés et nous avons administré à nouveau un traitement à certains d'entre eux. Nous avons alors effectué quelques remarques intéressantes. Les semis furent effectués encore plus tardivement que les années précédentes, le 9 mai 1949. Cette date tardive ne permit pas de suivre les plantes jusqu'à la maturité; la chaleur et la sécheresse génèrent nos observations. Les résultats notés sont résumés dans le tableau XII. Le dégagement des épis s'effectuant lentement par suite de la tardiveté du semis, nous préférons noter l'état du dégagement des épis chez la majorité des plantes d'un lot, à une certaine date, plutôt que de faire figurer une seule date, d'ailleurs difficile à déterminer de façon précise.

En considérant les résultats fournis par la variété Hallet's pedigree chevalier, on retrouve immédiatement le comportement spécial des plantes pour lesquelles un traitement de printanisation a été appliqué aux parents ou aux plantes elles-mêmes. Le début de la montée se fait plus précocement. Le dégagement des épis est plus rapide, la taille définitive est supérieure à celle des sujets n'ayant subi aucun traitement. Une remarque s'impose au sujet des semis pratiqués à partir de grains issus de pieds printanisés pendant vingt-huit jours en 1948; en 1949 les comportements de ceux qui ont subi à

nouveau un traitement de trente-huit jours et ceux qui furent semés sans traitement sont, à peu de chose près, identiques, ce qui semble indiquer que le traitement présente un maximum d'efficacité l'année suivante. Si maintenant nous comparons les lots n'ayant pas subi de traitement antérieur, mais dont l'un d'eux a eu trente-huit jours de printanisation en 1949 (T, T, T, et T, T, P. 38), nous ne pouvons noter que de

Traitement en			Début de la montée	Etat du dégagement des épis le :				Hauteur définitive en cm.
1947	1948	1949		8/7	15/7	23/7	30/7	
Orge Hallet's pedigree chevalier.								
P. 17	T.	P. 38	14 Juin	1/4	1/2	3/4	3/4	80
P. 17	T.	T.	22 juin			1/3	1/3	55
	P. 28	P. 38	14 juin		1/4	1/3	1/2	65-80
	P. 28	T.	14 juin		1/2	1/2	1/2	65-80
T.	T.	P. 38	25 juin			3/4	3/4	60-85
T.	T.	T.	25 juin			1/3	1/3	65-80
Orge Kenia.								
P. 17		P. 38	14 juin		1/2	1/2	1/2	70
P. 17		T.	14 juin		1/4	1/4	1/4	70
P. 17	T.	P. 38	12 juin	1/4	1/4	1/3	3/4	60-65
P. 17	T.	T.	15 juin			1/3	1/2	55
	P. 31	P. 38	13 juin	1/3	3/4	3/4		70
	P. 31	T.	14 juin	1/2	3/4	3/4		70
	P. 11	P. 38	12 juin	1/4	1/2	3/4		65-75
	P. 11	T.	15 juin	1/4	1/3	1/2		60
	T.	P. 38	14 juin	1/2		3/4	3/4	65-70
	T.	T.	14 juin			1/4	1/2	65-70

TABLEAU XII. — *Résultats des semis d'Orges de printemps du 9 mai 1949*

très faibles différences en faveur des sujets traités, ce qui semble bien corroborer les résultats précédents. Quant au lot ayant subi un traitement deux ans auparavant (printanisé dix-sept jours en 1947, semé sans traitement en 1948), le traitement de 1949 (trente-huit jours) agit alors avec l'efficacité maximum, tandis que, sans traitement, il se comporte à peu près comme le témoin n'ayant jamais été traité. Donc ici un traitement antérieur, appliqué deux ans avant, améliore les résultats du traitement de l'année en cours.

Les expériences conduites avec la variété Kenia confirment les résultats précédents; nous voyons, encore une fois, que la plus grande précocité de cette variété rend les résultats moins évidents. Nous vérifions ici que le traitement de l'année précédente est le plus efficace (P. 31, 1948; P. 38 et T., 1949) et que le traitement de l'année en cours n'apporte aucune amélioration. Une durée trop faible l'année précédente (onze jours) peut être améliorée par un nouveau traitement (P. 11, 1948; P. 38 et T., 1949). Nous notons encore qu'une durée de traitement de onze jours est insuffisante (nous l'avions déjà signalé précédemment), puisqu'elle peut être complétée par un nouveau traitement. Il semble donc qu'il y ait une limite à l'avance produite, cette limite est atteinte avec une certaine quantité de froid qu'il n'y a pas intérêt à dépasser. Cette quantité pourrait être atteinte de manière fractionnée; la durée totale des traitements peut lui être nettement supérieure sans entraîner d'effet dépressif à condition qu'aucun des traitements isolés ne l'entraîne par lui-même.

L'année suivante, en 1950, les grains récoltés dans ces différents essais furent semés sans aucun traitement. La date du semis fut encore tardive (9 mai 1950). Les résultats observés avec la variété Hallet's pedigree chevalier reproduisent nettement ceux des deux années précédentes; ceux obtenus avec la variété Kenia sont, comme précédemment moins suggestifs, mais dans tous les cas nous parvenons à une entière confirmation des observations antérieures. Notons seulement une diminution générale de la taille définitive, peut-être due à une dégénérescence mais surtout, pensons-nous, à une préco-

cité plus grande des phénomènes de reproduction dans tous les lots, cette précocité devant être attribuée aux conditions climatiques plus favorables.

En conclusion, le traitement des variétés d'Orge de printemps est pratiqué de la même façon que celui de la variété d'hiver (trempage des grains pendant deux jours à 15°C. avec 40 % de leur poids d'eau, puis action du froid). La durée de ce traitement n'est pas nécessairement aussi élevée mais demande néanmoins d'être plus prolongée que les auteurs russes ne le préconisent. Nous avons vu que onze jours sont insuffisants pour provoquer l'effet maximum alors que, d'après eux, sept à huit jours suffiraient. Des durées de dix-sept à trente jours se sont révélées les plus efficaces. On n'a pas intérêt à les dépasser : trente-neuf et quarante-cinq jours pour les semis des 17 mars et 5 mai ne donnent que de très faibles stimulations et si on les prolonge, on obtient alors un effet dépressif (P. 86). De plus, comme pour les variété d'hiver, le traitement se montre surtout efficace lorsqu'il s'adresse à des semis tardifs.

Ce traitement améliore, à un degré moindre cependant que pour les variétés hivernales, le déroulement des phénomènes de reproduction. Il confère une avance variant de trois à sept jours. Le rendement en grains par pied est amélioré dans certains cas, le nombre de grains par épi et le poids moyen d'un grain sont toujours augmentés.

En étudiant l'année suivante, le comportement de grains recueillis sur des plantes printanisées ou témoins, on constate que les effets du traitement se retrouvent dans la descendance. L'effet maximum se produit l'année qui suit le traitement et semble s'amoindrir par la suite; toutefois il confère une plus grande efficacité à un nouveau traitement, à condition qu'il s'écoule entre les deux une année au cours de laquelle la plante est cultivée sans subir de traitement.

EPINARDS

Les Epinards (*Spinacia oleracea* L. var.) cultivés pour leur feuillage vert sont des plantes qui, semées à certaines époques

« montent » très vite ce qui présente un inconvénient du point de vue cultural. Nous avons voulu voir le rôle possible exercé par le froid sur la floraison.

Des semences d'Epinard géant d'hiver sont mises en germination avec 50 % de leur poids d'eau; après huit à dix jours à la température du laboratoire, elles ont une radicule de 4 à 5 mm. de longueur et sont alors placées en chambre froide. Après un séjour de dix à trente jours, les radicules ont une longueur de 10 à 20 mm.

Les semis furent effectués en 1947 et 1948, de février à mai. Dans tous les cas, le traitement par le froid a favorisé la

FIGURE 15.
Etat des plantes d'Epinard géant d'hiver le 12 *mai* 1948.

reproduction et conféré une avance importante à la floraison (P. 41 semé le 26 mars 1948 : quatorze jours; P. 52 semé le 7 avril : vingt et un jours). Dans les semis de mai et juin, seules les plantes printanisées purent se reproduire, les témoins se desséchèrent et moururent avant. Dans ces cas de floraison précoce, on n'obtient que de petites plantes portant une courte hampe florale, mais la tige s'accroît tandis que,

chez les témoins, on a seulement une rosette de feuilles (figure 15); ces dernières sont en nombre plus important chez les plantes printanisées.

Il convient de rappeler ici que l'Epinard est une plante de jours longs (Chouard, 1949) et ces semis tardifs l'amènent à subir de longues photopériodes favorables à sa floraison. De plus, ces résultats doivent être rapprochés de ceux de Mme Taranez (1948) qui rend ces plantes plus réceptives à la photopériode par un trempage des graines dans des solutions étendues d'auxine.

Il apparaît donc que les semences d'Epinards mises à germer avec 50 % de leur poids d'eau pendant huit à dix jours (germination parfois capricieuse), et ensuite traitées pendant une quarantaine de jours par le froid, présentent une « montée à graines » accélérée. Cette conclusion est contraire à celle de Razumov et Smirnova (1934) qui, s'appuyant sur la théorie phasique du développement, pensent que le premier ou le second stade requièrent une température élevée; de toutes façons, d'après ces auteurs, le froid retarderait l'accomplissement du premier stade.

NIELLE DES BLES

La Nielle des blés (*Agrostemma Githago* L.) a été expérimentée à partir de graines provenant du Jardin botanique municipal de Bordeaux. Après deux jours de germination, les graines étaient placées en chambre froide, elles avaient à ce moment-là une radicule de 1 mm. Lors de la mise en terre, cette radicule atteignait 4 à 5 mm.

Les semis furent effectués les 21 mars 1947 (P. 36 et T.) et 26 mars 1948 (P. 29 et T.). La levée a lieu deux à trois jours plus tôt dans les lots printanisés, dans le début la croissance est sensiblement identique dans tous les lots. Jusqu'au début de la floraison, la hauteur est égale, ensuite, on voit les lots printanisés s'accroître plus que les témoins, la taille définitive se montre nettement en faveur des lots printanisés (P. : 63 et 75 cm.; T. : 56 et 67 cm.).

La formation des boutons floraux et la floraison sont avancées de deux ou trois jours après le traitement.

La Nielle des blés réagit donc faiblement au traitement de printanisation, mais cependant on note une légère précocité à la floraison et une taille définitive supérieure après traitement.

ŒILLET DE CHINE

Cette plante ornementale, cultivée dans les jardins (*Dianthus chinensis fl. pleno mixtæ* var.) (1), est annuelle ou bisannuelle. Après quatre jours de germination au laboratoire, les graines sont placées au froid pendant trente-neuf jours puis semées le 5 mai 1950.

Durant la croissance, le lot printanisé accuse un certain retard, mais il fleurit six jours plus tôt (12 juillet) que le témoin; les fleurs sont beaucoup plus nombreuses et la hauteur définitive est supérieure (P. : 52 cm.; T. : 45 cm.).

MOUTARDE NOIRE

L'étude du comportement de la Moutarde noire (*Sinapis nigra* L., *Brassica nigra* Koch) a été poursuivie en pratiquant des semis échelonnés, tous les quinze jours (du 16 mars au 2 mai), de lots témoins et de lots printanisés pendant une même durée (trente jours) et en effectuant, le 31 mars, un semis de différents lots après des durées de traitement variables (P. 60, P. 45, P. 30, P. 15 et T.). Comme pour les céréales, ces deux séries d'expériences ont pour but de mettre en évidence les effets d'une même durée de traitement appliquée à des semis de plus en plus tardifs et ceux de durée variables de traitement pour une même date de semis.

Le traitement par le froid fut toujours appliqué après un gonflage préalable des graines pendant quarante-huit heures, avec 50 % de leurs poids d'eau à 16-18°C.; à ce moment,

(1) Graines provenant des Etablissements Vilmorin.

2 à 10 % des graines avaient germé et leur radicule atteignait 2 à 6 mm. chez la plupart d'entre elles, chez les autres, la radicule se dégageait pendant le séjour au froid.

Nous considérerons successivement chacune des catégories d'essais en étudiant leur comportement, au point de vue de la croissance et de la reproduction.

1. Croissance.

La levée s'effectue toujours avec une légère avance de un à trois jours en faveur des lots printanisés.

1. *Influence de la date du semis : semis échelonnés.*

La représentation graphique de la croissance des lots issus des *semis échelonnés* (figure 16) permet de constater, en considérant l'un quelconque d'entre eux, qu'au début, la

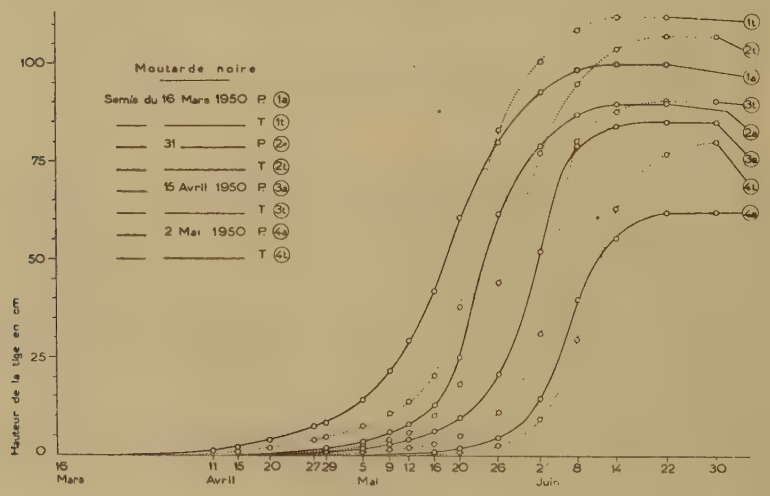


Figure 16.

Courbes de croissance des plantes de Moutarde noire. Semis échelonnés de lots printanisés pendant trente jours et de lots témoins.

croissance des lots printanisés et témoins se déroule sensiblement à la même vitesse avec un très léger avantage en faveur du lot printanisé; au bout d'un certain temps, la vites-

se de croissance de ce dernier augmente nettement tandis que celle du lot témoin se maintient encore à peu près stationnaire, à ce moment, les plantes printanisées ont une taille bien supérieure. Plus tard, l'accélération de la vitesse de croissance se manifeste aussi chez les témoins et d'une manière beaucoup plus accusée que pour les printanisées, si bien qu'elles les rattrapent et les dépassent bientôt. L'accroissement en hauteur cesse quelques jours plus tôt dans le lot printanisé et la taille définitive est inférieure à celle du lot témoin.

Si maintenant on compare les différents semis entre eux (16 mars, 31 mars, 15 avril et 2 mai), on constate que les remarques précédentes s'appliquent à chacun d'eux mais que les durées des différentes étapes de la croissance considérées précédemment diminuent ainsi que la taille définitive des différents lots, à mesure que la date du semis est plus tardive.

2. *Influence de la durée du traitement.*

Les lots semés le 31 mars après *différentes durées de printanisation* (60, 45, 30 et 15 jours) permettent d'apporter quelques précisions (courbes de la figure 17). Dans la première période de la croissance, on note peu de différences entre les divers lots; dans la deuxième période, l'accélération de la vitesse a lieu d'abord pour le P. 45, puis pour le P. 30, ensuite à peu près simultanément pour P. 60 et P. 15 et enfin pour T., ce qui paraît montrer que le séjour au froid influence la précocité de ce phénomène, il n'y a d'exception que pour P. 60 qui représente peut-être une durée trop prolongée de traitement. La troisième période, celle du ralentissement, débute d'autant plus tôt que la durée de séjour au froid est plus longue; elle se produit en suivant l'ordre décroissant des durées de traitement. La taille définitive est d'autant plus réduite que le traitement est plus prolongé. Ces remarques, tout en confirmant les observations précédentes, montrent bien que le traitement par le froid est responsable de la diversité de comportement des différents lots traités et témoins.

D'une manière générale, on peut donc affirmer que, pour la Moutarde noire, le traitement par le froid n'influence tout d'abord que très peu la croissance; l'accélère ensuite, mais provoque une réduction de la taille définitive par un arrêt prématuré de l'accroissement.

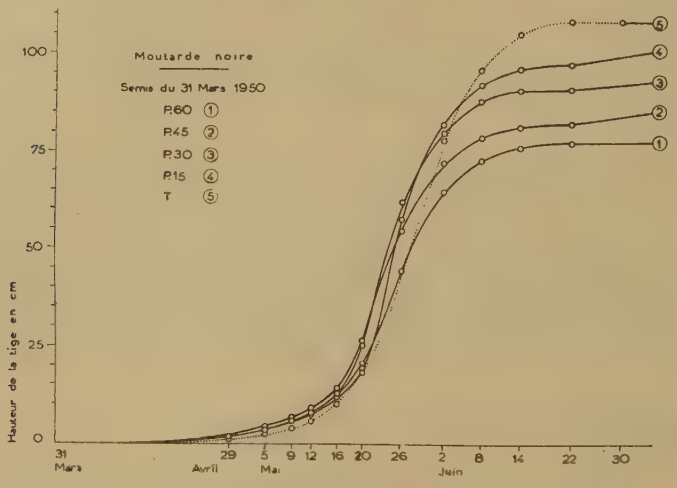


FIGURE 17.

Courbes de croissance des plantes de Moutarde noire. Lots semés le 31 mars 1950 après différentes durées de printanisation.

2. REPRODUCTION.

L'étude de la reproduction nous conduit aussi à examiner les deux catégories d'essais, semis échelonnés avec une même durée de traitement et semis du 31 mars après des durées différentes de traitement.

1. *Influence de la date du semis.*

Après des *semis échelonnés*, on remarque que l'apparition des ébauches florales est plus précoce dans les lots printanisés; à la dissection, sous la loupe binoculaire, on les voit apparaître quatre à six jours plus tôt, leur taille est toujours plus élevée et, sur le terrain, les boutons floraux se montrent quelques jours plus tôt. Les dates d'apparition des ébauches florales et de formation des boutons floraux correspondent au moment où la vitesse de croissance des plantes augmente nettement. La floraison a lieu six à dix jours plus tôt dans

les lots printanisés; la formation des siliques conserve aussi cette avance. La floraison se termine quelques jours avant chez les plantes printanisées, si bien que la durée totale de la floraison est sensiblement la même, la fin de celle-ci coïncide approximativement avec la fin de l'accroissement en hauteur des plantes. Comme nous l'avons mentionné à propos des céréales, les durées comptées en jours de la date du semis à celle de la floraison, ou de toute autre étape de la reproduction diminuent régulièrement à mesure que le semis est pratiqué plus tardivement. Les avances enregistrées dans les différents semis varient sans ordre; elles s'échelonnent entre quatre et dix jours.

2. *Influence de la durée du traitement.*

Lorsqu'on examine les résultats obtenus après les *semis du 31 mars*, on constate que l'apparition des ébauches florales est plus précoce après quarante-cinq jours de traitement; le 5 mai, leurs dimensions respectives sont les suivantes : P. 60 : 0,4 mm.; P. 45 : 0,5 mm.; P. 30 : 0,3 mm.; P. 15 : 0,25 mm.; T. : 0; le 12 mai, ces différences s'accusent, on peut noter les dimensions suivantes : P. 60 : 2,5 mm.; P. 45 : 3-4,5 mm.; P. 30 : 2 mm.; P. 15 : 1 mm.; T. : 1 mm. La plus grande précocité de floraison s'observe chez les P. 45 et P. 60 (20 mai), ensuite, viennent P. 30 (22 mai), P. 15 (26 mai), et T. (28 mai). Comme nous l'avons noté au sujet de la croissance, soixante jours de traitement paraissent légèrement défavorables; ici cet effet retardant se manifeste dans la formation des organes floraux plus que dans la date de floraison; en dehors de cela, on constate que la précocité est d'autant plus grande que le traitement est plus prolongé. Un traitement de quinze jours produit encore une légère avance. La floraison se termine en même temps pour P. 60 et P. 45 (14 juin), ensuite elle s'achève en suivant l'ordre décroissant des durées de traitement. La formation, l'accroissement et la maturation des fruits s'opèrent de la même façon.

Nous pouvons donc conclure que la Moutarde noire se montre très favorable au traitement de printanisation. Ce

traitement s'effectue après un début de germination des graines pendant quarante-huit heures à 16-18°C. avec 50 % de leur poids d'eau. Un traitement d'une durée de trente jours suffit pour provoquer une avance de six à dix jours dans les phénomènes de croissance et de reproduction, ceci pour des semis effectués du 16 mars au 2 mai. Cette durée peut être augmentée avec profit (P. 45 pour un semis du

FIGURE 18.
Etat des plantes de Moutarde noire P. 30 et T. à différentes dates.

31 mars), mais cependant, après soixante jours de traitement pour ce même semis, on note un début d'effet dépressif. D'autre part, une durée réduite, de quinze jours, suffit pour provoquer une légère avance.

Le traitement de printanisation provoque donc une croissance plus précoce et active la différenciation des ébauches florales, la floraison et la maturation des fruits (figure 18). La taille définitive des plantes traitées est plus faible que celle des plantes témoins qui continuent à s'accroître plus longtemps.

MOUTARDE BLANCHE

La printanisation de la Moutarde blanche (*Sinapis alba* L.) fut expérimentée par Harder et Störmer (1936) en Allemagne et par David (1942) en France qui obtient, après vingt jours de traitement à 3°C., une avance de huit jours à la floraison et de dix jours à la maturation.

Nous avons utilisé pour cette étude des dispositions identiques à celles employées pour la Mourtarde noire tant pour les détails de technique expérimentale que pour les dates et durées de traitement des semis, aussi les résultats sont examinés de la même façon.

Les phénomènes de croissance se déroulent de la même manière que chez la Moutarde noire, avec une première période d'accroissement lent où apparaît un très léger avan-

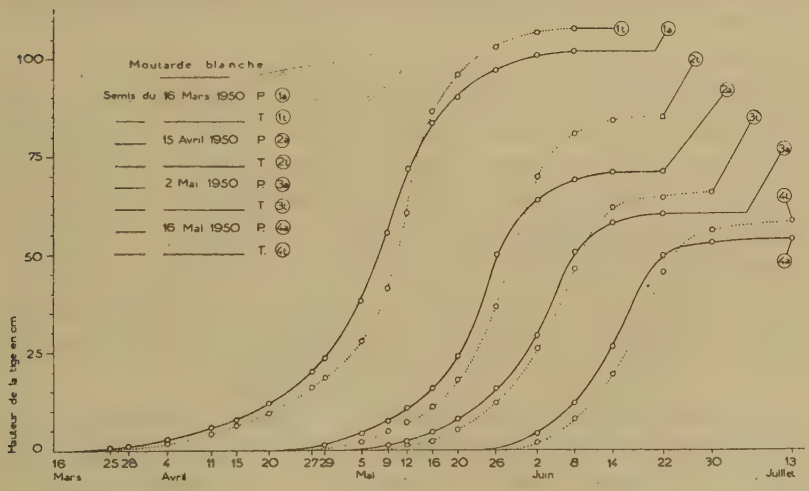


Figure 19.

Courbes de croissance des plantes de Moutarde blanche. Semis échelonnés de lots printanisés pendant trente jours et de lots témoins.

tage en faveur des lots printanisés, suivie d'une seconde période de brusque accélération de la croissance qui débute d'abord chez le lot printanisé et ensuite chez son témoin; ce

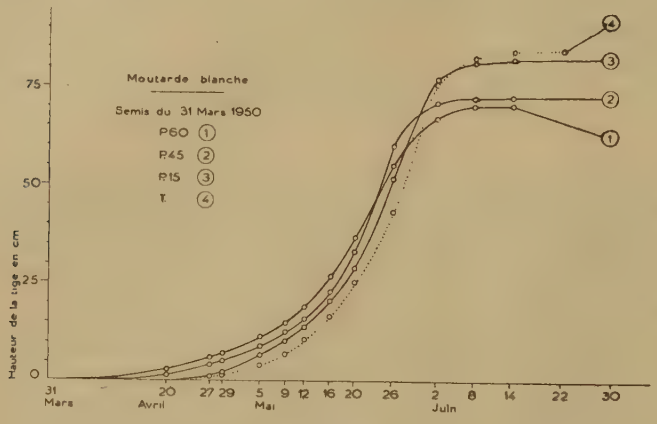


FIGURE 20.

Courbes de croissance des plantes de Moutarde blanche. Lots semés le 31 mars 1950 après différentes durées de printanisation.

dernier ne tarde pas à le rattraper et à le dépasser, il conserve ensuite une taille bien supérieure (courbes des figures 19 et 20).

La reproduction est aussi très nettement influencée par le froid, les avances aux différentes étapes sont de six à dix jours après un traitement de trente jours. Une augmentation de la durée de traitement entraîne un très léger accroissement des avances, par exemple, dans le semis du 31 mars, P. 60, P. 45 et P. 15 accusent respectivement une avance de sept, six et cinq jours à la floraison par rapport au témoin.

Contrairement à ce que nous avons vu pour la Moutarde noire, soixante jours de froid ne nuisent pas à la croissance ni à la reproduction de la Moutarde blanche.

Toutes les avances notées dans les semis échelonnés varient sans ordre. Il faut cependant signaler que le dernier des semis échelonnés (16 mai) n'a pas permis de noter une avance dans les phénomènes de reproduction, trente jours de traitement ont seulement influencé la croissance, ce qui concorde

avec les observations de Harder et Störmer (1936) qui montrent que cette espèce réagit mieux à la température de germination en jours courts.

Nous voyons que, à quelques jours près, le comportement de la Moutarde blanche est semblable à celui de la Moutarde noire.

De cette étude, il résulte que le traitement de printanisation appliqué de la même manière que pour la Moutarde noire (germination quarante-huit heures avec 50 % d'eau) provoque des effets semblables, six à dix jours d'avance pour des semis pratiqués du 16 mars au 2 mai, après trente jours de printanisation, le semis du 16 mai ne permettant pas de noter d'avance. L'effet dépressif ne se fait pas sentir pour P. 60, semé le 31 mars; pour ce même semis, quinze jours de traitement suffisent pour provoquer cinq jours d'avance.

RADIS

Deux variétés de Radis : « rond rose à bout blanc » et « violet d'hiver de Gournay » ont été cultivés (1). David (1944), étudiant la première dans la région provençale, a montré que, pour un semis pratiqué le 31 mars, les plantes des deux lots printanisés (P. 49 et P. 43) présentent une tubérisation plus rapide et une montée à graines plus précoce que les plantes témoins.

Dans nos expériences, les graines sont mises à germer pendant deux jours à la température du laboratoire en présence de 50 % de leur poids d'eau. Au moment de la mise en chambre froide, la radicule a 2 mm. de long; à la date du semis, cette radicule mesure de 4 à 20 mm. de longueur suivant la durée de printanisation.

Les semis furent effectués le 6 avril 1950, après des durées de printanisation variables, P. 46, P. 24, P. 12 et T., pour le Radis rose à bout blanc et P. 46, P. 12 et T. pour le Radis

(1) Semences provenant des Etablissements Vilmorin.

violet de Gournay. La levée s'effectue en moyenne deux jours plus tôt dans les lots printanisés. Le nombre des feuilles qui se forment est plus élevé dans ces mêmes lots pendant les quarante premiers jours (en général une de plus).

La tubérisation débute plus précocement chez les plantes printanisées de Radis rond rose à bout blanc, comme l'a mentionné R. David : elle commence le 5 mai pour le P. 46, le 12 mai pour les P. 24 et P. 12 et le 26 mai pour les T. En-

Date des observations	TRAITEMENT			
	P. 46	P. 24	P. 12	T.
5 mai	2-4	1-5	1-5	1-5
9 mai	5	2	2	1-5
12 mai	3-12	2-9	2-7	2
20 mai	9-20	2-15	7-15	2-3
26 mai	14-38	7-29	4-25	4-22
2 juin	32-42	28	8-28	5-26

Tableau XIII. — *Diamètre des tubercules de radis rond rose à bout blanc (en mm.).*

suite, les tubercules se développent d'autant plus vite que la printanisation est plus prolongée (tableau XIII et figure 21). Dupéron (1951), expérimentant dans la région parisienne, remarque un phénomène inverse, cela pourrait provenir, com-

me il l'indique, de différences climatiques, mais nous pensons que la cause pourrait être la date tardive du semis (9 mai) qui place immédiatement la plante sous une photo-

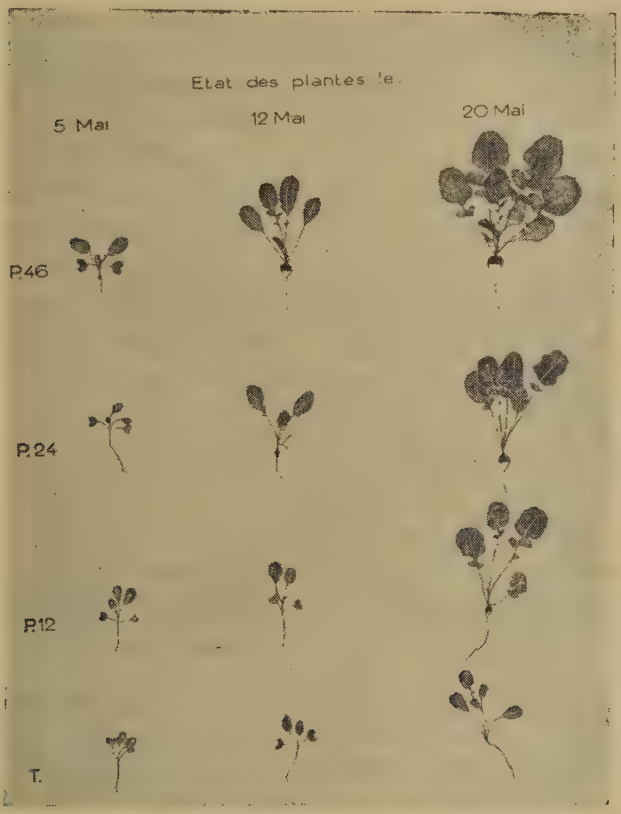


FIGURE 21.
Etat des plantes de Radis rond rose à bout blanc à différentes dates (Semis du 6 avril 1950).

période plus longue qui favorise la reproduction. Il y aurait donc l'action conjuguée d'une longue photopériode et des basses températures qui déterminerait plus rapidement la « montée » et limiterait le développement végétatif. Pour le Radis violet de Gournay, il s'agit plutôt d'une simple racine pivo-

tante; nous n'avons pas observé de modification sensible du diamètre ou de la longueur de cette dernière.

La montée à graines se fait plus rapidement dans les lots traités, la croissance de la tige est en quelque sorte stimulée par l'action du froid et la hauteur définitive est supérieure à celle des lots témoins (figures 22 et 23).

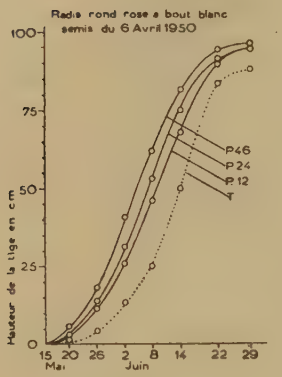


FIGURE 22.

Courbes de croissance de la tige du Radis rond rose à bout blanc. Semis du 6 avril 1950.

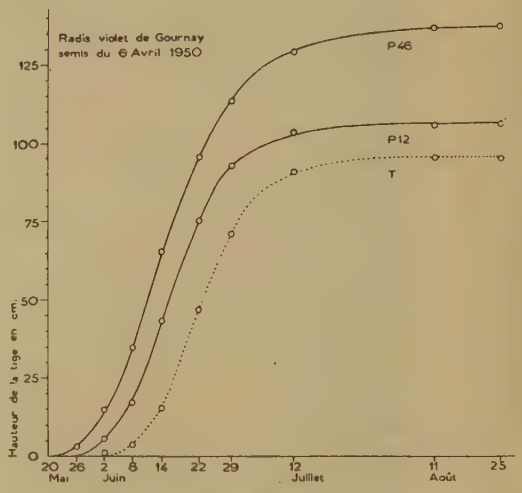


FIGURE 23.

Courbes de croissance de la tige du Radis violet de Gournay. Semis du 6 avril 1950.

La floraison elle-même est avancée par le traitement; pour le Radis rose à bout blanc, elle a lieu aux dates suivantes : P. 46, 2 juin, P. 24 et P. 12, 8 juin, T., 14 juin, soit des avances de douze et six jours; pour le Radis violet de Gournay, elle débute le 14 juin pour les P. 46 et P. 12 et le 11 août pour le T., l'avance est donc de l'ordre de cinquante-huit jours.

Le développement des fruits s'est effectué par la suite en conservant ces avances, tandis que la floraison se poursuivait.

Ces expériences montrent bien les effets du traitement de printanisation appliqué aux graines de ces deux variétés de Radis (rond rose à bout blanc et violet de Gournay). Le

traitement est conduit de la manière suivante : germination préalable des graines pendant deux jours avec 50 % de leur poids d'eau, suivie d'une exposition au froid artificiel. On peut observer des effets favorables sur la croissance de la tige, sur les dates des différentes étapes de la reproduction et sur la hauteur définitive des plantes chez les deux variétés. Les durées de traitement expérimentées (douze jours à quarante-six jours) se montrent toutes efficaces et d'autant plus qu'elles sont plus prolongées. Les avances observées dans les phénomènes de reproduction sont de l'ordre de six à douze jours pour le Radis rond rose à bout blanc et atteignent cinquante-huit jours pour le Radis violet de Gournay. Dans le cas du Radis rond rose à bout blanc, la tubérisation est activée, et dans les conditions de l'expérience, l'avance à la floraison ne constitue pas un obstacle à ce processus, puisqu'elle débute bien après que la tubérisation soit achevée. Le traitement paraît donc en outre présenter un intérêt cultural.

CAMELINE

La Cameline (*Camelina sativa* Crantz) est une crucifère subspontanée, cultivée dans certaines régions de la France comme plante oléagineuse. Les graines nous ont été fournies par le Jardin botanique municipal de Bordeaux. Le traitement par le froid de cette plante à l'état de rosette entraîne, selon Ivanov (1934), un retard à la floraison.

Le traitement comporte une germination préalable des graines pendant deux jours avec 50 % de leur poids d'eau; la radicule atteint alors 2 mm. de longueur. Après un traitement de trente à quarante jours, cette radicule a une longueur de 4 à 6 mm.

Nous considérerons tout d'abord les résultats obtenus après une printanisation normale et ensuite ceux enregistrés à partir de semis de graines récoltées sur des plantes printanisées l'année précédente.

1. *Printanisation normale.*

Les semis ont été effectués pendant les années 1947 à 1950, les 21 mars 1947 (P. 33 et T.), 26 mars 1948 (P. 29 et T.), 6 avril 1949 (P. 31 et T.) et 9 mai 1950 (P. 43 et T.).

La croissance se déroule suivant le type de la Moutarde (courbes de la figure 24). Nous retrouvons ici les trois étapes de la croissance : la première, caractérisée par un accroisse-

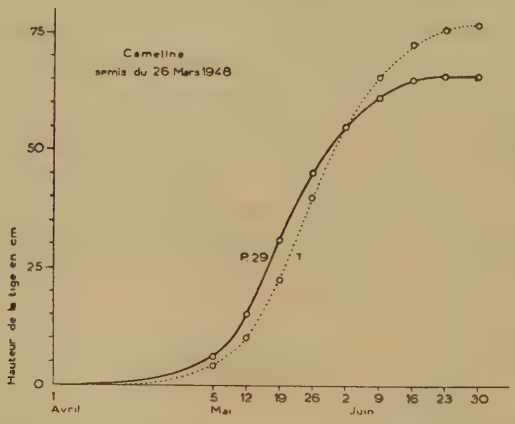


FIGURE 24.
Courbe de croissance des plantes de Cameline. Semis du 26 mars 1948.

ment lent avec prépondérance du lot printanisé; la seconde, période de croissance rapide, où les plantes printanisées ont encore une taille supérieure à celle des témoins. Au moment du ralentissement de la vitesse chez les printanisées, les témoins les dépasseront définitivement. Donc, malgré une taille longtemps supérieure, les plantes printanisées auront en définitive une taille nettement inférieure.

La reproduction est caractérisée par une avance à la floraison de l'ordre de cinq à neuf jours suivant le semis. Alors que la floraison est terminée dans le lot printanisé, elle se prolonge encore pendant quelques jours dans le lot témoin.

Les caractéristiques des plantes après la récolte sont contenues dans le tableau XIV, on remarque chez les plantes témoins une légère supériorité de la taille et un système radi-

Date du semis	Traitement	Hauteur	Longueur racines	Poids des fruits	Poids des graines
26 mars 48	P. 29	55,4	5,19	0,76	0,45
»	T.	59,5	10	0,58	0,41
6 avril 49	P. 31	38,8	6,48	0,22	0,11
»	T.	42,3	5,67	0,08	0,03
9 mai 50	P. 43	42,7	7,1	0,5	0,21
»	T.	43	8,2	0,29	0,10

Tableau XIV. — *Caractéristiques moyennes pour une plante de Cameline au moment de la récolte.*

(dimensions en cm., poids en g.)

culaire en général plus développé, mais une amélioration de rendement en fruits et en graines chez les plantes printanisées.

2. *Effets rémanents de la printanisation.*

En 1949 et 1950, les graines récoltées les années précédentes furent reprises et semées, avec ou sans traitement. Les différents traitements et les dates de floraison sont rassemblés dans le tableau XV. En 1949, les graines issues des plantes P. 29 et T. de 1948 furent reprises, traitées pendant quarante-quatre et trente et un jours, puis semées le 6 avril. Les résultats des cultures montrent que la printanisation de 1949, appliquée à des graines issues de plantes printanisées, est moins efficace que si elle est appliquée à des graines issues de plantes témoins : P. 29 - P. 44 fleurit le 1er juin, tandis que T. - P. 44 fleurit le 29 mai. Un traitement de trente et un jours est beaucoup moins efficace qu'un traitement de quarante-quatre jours, quelle que soit la catégorie de graines auxquelles il est appliqué. De plus, si on compare P 29 - T. et T. - T., on constate que, malgré l'absence de traitement en 1949, le premier conserve une avance de quatre jours.

En 1950, les graines issues des lots précédents ont été semées le 9 mai, soit après un traitement de quarante-trois jours, soit sans traitement. La printanisation pratiquée après des traitements antérieurs est aussi efficace que si elle s'applique à des graines issues de plantes témoins. Les quarante-trois jours de printanisation présentent le maximum d'efficacité dans les combinaisons P.29-P.44-P.43, P.29-T.-P.43, T.-P.44-P.43 où la floraison se produit en trente-six jours alors que, pour le lot n'ayant jamais subi aucun traitement, elle a lieu en cinquante et un jours. Ensuite, viennent les lots suivants : P.29-T.-T., T.-P.44-T., qui fleurissent en quarante-quatre jours sans avoir subi de traitement en 1950, il faut noter que ce sont ces lots qui donnaient les meilleurs résultats en 1948 et 1949, tandis que T.-P.31-T. fleurit en quarante-sept jours et reste donc un lot fleurissant avec une faible avance (quatre jours) comme en 1949.

Il semble que tous les lots cultivés tendent vers une limite inférieure de la durée semis-floraison; cette limite, qui serait

Date du semis	Traitement en			Date floraison	Durée semis floraison
	1948	1949	1950		
26 mars 48	P. 29			26 mai	61
»	T.			2 juin	71
6 avril 49	P. 29	P. 44		1er juin	55
»	P. 29	T.		8 juin	62
»	T.	P. 44		29 mai	53
»	T.	P. 31		8 juin	62
»	T.	T.		13 juin	67
9 mai 50	P. 29	P. 44	P. 43	14 juin	36
»	P. 29	P. 44	T.	23 juin	45
»	P. 29	T.	P. 43	14 juin	36
»	P. 29	T.	T.	22 juin	44
»	T.	P. 44	P. 43	14 juin	36
»	T.	P. 44	T.	22 juin	44
»	T.	P. 31	P. 43	23 juin	45
»	T.	P. 31	T.	25 juin	47
»	T.	T.	P. 43	23 juin	45
»	T.	P. 31	T.	25 juin	47
»	T.	T.	P. 43	23 juin	45
»	T.	T.	T.	29 juin	51

TABLEAU XV. — *Dates de la floraison dans les semis de Cameline.*

(Années 1948 à 1950.)

ici de trente-six jours, paraît ne pouvoir être franchie malgré le renouvellement des traitements de printanisation.

Il existe donc une transmission des caractères de précocité; nous n'avons pas noté, comme pour les céréales, la perte graduelle de ces caractères, puisque deux ans après, une avance notable persiste encore : P.29-T.T. a sept jours d'avance sur T.-T.-T. De plus, les plantes conservent, des traitements subis les années précédentes, une aptitude à se reproduire avec une certaine similitude de précocité (ex. P. 44 et P. 31 de 1949).

En résumé, nous voyons qu'un traitement par le froid des graines de Cameline préalablement germées pendant deux jours avec 50 % de leur poids d'eau entraîne de notables modifications dans les phénomènes de croissance et de reproduction. La croissance dont le type est à rapprocher de celui de la Moutarde, d'abord stimulée par le traitement se trouve limitée à la fin. Les avances dans les phénomènes de reproduction s'échelonnent de cinq à quatorze jours pour un traitement de trente à quarante jours, suivant la date des semis, le traitement le plus favorable étant celui d'une durée de quarante-quatre jours pour un semis du 6 avril.

Les expériences sur les effets rémanents de la printanisation confirment les résultats obtenus avec les orges de printemps mais nous n'avons pu noter ici d'atténuation progressive des caractères de précocité qui tendent cependant vers une limite inférieure de durée de la période semis-floraison qui ne peut plus être diminuée.

LUPINS

Les plantes de Lupin présentant une réaction très nette au traitement de printanisation, il nous a paru intéressant d'expérimenter différentes espèces notamment *Lupinus albus, Lupinus angustifolius* et *Lupinus hirsutus.*

1° *Lupinus albus L.*

Le Lupin blanc est une légumineuse subspontanée du Midi de la France, cultivée comme plante fourragère ou utilisée comme engrais vert.

La printanisation des graines de cette espèce (1) s'effectue très facilement. On leur fournit 100 % de leur poids d'eau, après deux jours passés à 16-18°C., une radicule de 4 à 5 mm. apparaît. Les graines sont alors placées en chambre froide; après trente à quarante jours de traitement les radicules atteignent 20 à 30 mm. Une seule difficulté est à signaler : les graines doivent être semées très serrées, car les plantules perdent partiellement leurs tropismes pendant le traitement; il est fréquent de voir en effet la radicule émerger de la terre et se diriger verticalement vers le haut tandis que la tigelle se développe dans le sol; au bout d'une huitaine de jours, le géotropisme normal reparaît mais, malgré cela, la jeune plante dégénère et meurt.

Nous rendrons compte tout d'abord des résultats obtenus à partir d'un semis type effectué le 23 mars 1949 qui nous permettra d'étudier en détail la croissance et la reproduction des différents lots de cette espèce (P. 113, P. 61, P. 7 et T.), puis nous les rapprocherons des résultats obtenus dans les autres semis.

1. *Semis du 23 mars 1949.*

Croissance :

On ne peut observer, au moment de la sortie de terre, aucune différence importante, tant dans la précocité de ce phénomène que dans la taille ou le nombre de feuilles dégagées.

En analysant les phénomènes de croissance (courbes de la figure 25), on se rend compte que, dans les différentes périodes, c'est le P. 61 qui est le plus avancé, puis viennent les P. 113, P. 7 et T., ce qui montre que cent treize jours de trai-

(1) Ces graines nous ont été fournies par les Etablissements Vilmorin.

tement nuisent à la croissance, tandis que soixante-et-un jours donnent le meilleur résultat.

Comme le montrent les courbes, la croissance se déroule en plusieurs étapes : au bout d'un certain temps, la tige principale cesse de s'accroître et trois bourgeons axillaires se développent donnant trois tiges secondaires; quelquefois le phénomène se reproduit à partir des tiges secondaires. C'est ce qui explique les paliers successifs sur les courbes de crois-

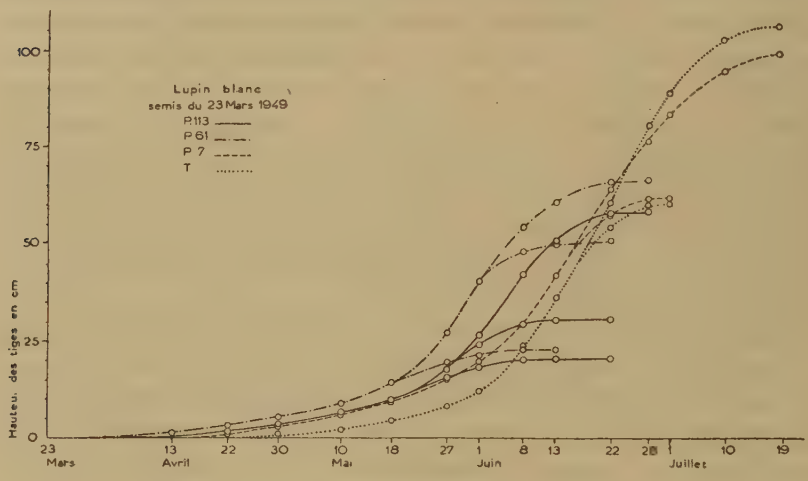


FIGURE 25.
Courbes de croissance des plantes de Lupin blanc.
Semis du 23 mars 1949.

sance. Les P. 113 et P. 61 forment ainsi deux fois des ramifications, tandis que P. 7 et T. n'en forment qu'une fois. La hauteur atteinte par la tige principale ou par chacune des tiges nées sur cette dernière est d'autant plus réduite que la printanisation est plus prolongée.

Le diamètre des tiges est réduit chez les plantes printanisées, mesuré à 4 cm. au-dessus du collet, il est, le 1er juin, de 7 mm. pour P. 113, 7-9 mm. pour P. 61, 9-12 mm. pour P. 7 et 13-14 mm. pour T.; ces différences persistent jusqu'à la fin de la vie des plantes.

Le nombre des feuilles portées par une catégorie de tige donnée est toujours inférieur chez les sujets traités, il l'est

d'autant plus que le traitement est plus important (figure 26). C'est ainsi que, le 22 juin, la tige principale possède 5-8 feuilles chez le P. 113, 7-10 feuilles chez le P. 61, 15-21 feuilles chez le P. 6 et 18-25 feuilles chez le T. Sur les

P. 113 P. 61 P. 7 T.

FIGURE 26.
Photographie des semis de Lupin blanc du 23 mars 1949 prise le 21 mai 1949.

rameaux issus du développement des bourgeons axillaires, l'évaluation est plus délicate car ils ne sont pas tous parvenus au même état dans les différents lots. Cependant si, à cette même date, nous considérons ceux des P. 113 et P. 61 dont la troisième floraison est en cours, en effectuant un comptage méthodique de toutes les feuilles, on trouve 86 à 95 feuilles par pied pour le P. 113 et 91 à 106 feuilles par pied pour le P. 61. Les dimensions des feuilles sont elles-mêmes réduites chez les plantes printanisées, les mensurations précises effectuées le 1er juin donnent les dimensions moyennes suivantes en mm. P. 113 : 40 x 16, P. 61 : 54 x 19, P. 7 : 55 x 24, et T. : 58 x 23. En somme, nous pouvons affirmer que la surface foliaire est notablement réduite chez les plantes printanisées.

Reproduction :

La reproduction est activée par le traitement (tableau XVI). C'est ainsi que la première floraison a lieu le 18 mai (cinquante-six jours après la date du semis) dans les lots P. 113 et P. 61, tandis qu'elle se produira le 8 juin (soixante-dix-huit jours après le semis) pour le P. 7 et le 13 juin pour le T.; les trois lots printanisés accusent respectivement des avances de vingt-six, vingt-six et cinq jours par rapport au témoin. Cette floraison concorde avec le ralentissement de la vitesse de croissance de la tige florifère, elle marque le début du palier sur la courbe. La croissance de la plante se poursuit alors par l'élongation des tiges secondaires qui donneront bientôt la deuxième floraison. Lors de cette deuxième floraison, les avances sont du même ordre que précédemment, mais le P. 113 acquiert sept jours d'avance sur le P. 61 et vingt-huit jours sur les P. 7 et T., qui fleurissent en même temps. On voit que les avances sont améliorées pour les longues durées de printanisation et au contraire neutralisées pour les faibles durées. La troisième floraison n'intéresse que les P. 113 et P. 61; le premier augmente encore son avance par rapport au second (neuf jours).

La formation et le développement des fruits évoluent parallèlement aux phénomènes de floraison.

La printanisation agit donc sur la croissance en provoquant un allongement plus précoce de la tige; elle accélère en outre les phénomènes de reproduction en avançant notablement les floraisons successives et permet, de plus, une floraison supplémentaire. Elle limite cependant l'accroissement des tiges principale, secondaires et tertiaires. Il est encore permis de penser ici à une action réciproque de la reproduction et de la croissance, car cette dernière est stoppée au moment de l'épanouissement des fleurs. Par l'observation des floraisons successives, la printanisation du Lupin offre l'avantage de confirmer et d'étendre l'étude à plusieurs floraisons. Si le traitement a une durée suffisante, les avances

Date du semis	Traitement	1re floraison	2e floraison	3e floraison
7 juillet 1948	P. 32	17 août		
»	P. 10	15 septembre		
»	T.	29 septembre		
29 juillet 1948	P. 54	1er septembre		
»	P. 32	15 septembre		
»	P. 17	15 septembre		
»	T.	5 octobre		
23 mars 1949	P. 113	18 mai	1er juin	13 juin
»	P. 61	18 mai	8 juin	22 juin
»	P. 7	8 juin	28 juin	
»	T.	13 juin	28 juin	
7 juillet 1949	P. 32	25 août	20 septembre	14 novembre
»	P. 20	25 août	26 septembre	24 novembre
»	P. 10	5 octobre		
»	P. 6	24 novembre		
»	T.	24 novembre		
19 août 1949	P. 63	20 septembre	5 octobre	
»	P. 54	20 septembre	7 octobre	
»	P. 30	20 septembre	7 octobre	
»	P. 42	20 septembre	13 octobre	
8 sept. 1949	P. 60	24 novembre		
»	T.	—		
5 mai 1950	P. 42	8 juin	22 juin	
»	T.	29 juin	18 juillet	
23 mai 1950	P. 60	22 juin	4 juillet	
»	P. 21	29 juin	18 juillet	
»	T.	21 juillet	18 août	
22 juin 1950	P. 90	24 juillet	Mort	
»	P. 50	24 juillet	Mort	
»	P. 30	28 juillet	25 août	
»	T.	16 septembre		
12 juillet 1950	P. 110	11 août	25 août	
»	P. 70	11 août	25 août	
»	P. 19	18 août	5 septembre	
»	T.	5 septembre		
17 août 1950	P. 53	26 septembre	16 octobre	
»	P. 36	26 septembre	23 octobre	
»	T.	23 octobre		

TABLEAU XVI. — *Dates de floraison dans les différents semis de Lupin blanc.*

aux floraisons successives s'accroissent tandis que s'il est trop court, les avances s'annulent.

2. *Autres semis.*

Les résultats précédents sont entièrement confirmés par ceux des autres semis. Seuls les phénomènes de reproduction présentent quelques différences. Le tableau XVI résume l'ensemble des résultats obtenus pendant les trois années d'expériences. Les avances sont toujours très importantes; elles le sont d'autant plus que le traitement est plus prolongé, et dans ces cas elles augmentent de la première à la seconde floraison et éventuellement à la troisième. La durée de la période semis-floraison est minimum, aussi bien pour la plante printanisée que pour le témoin, dans les semis pratiqués de la fin du mois de mai au début du mois d'août. On constate que c'est pendant la période des jours les plus longs que les semis donnent des plantes qui fleurissent le plus vite, ceci montre que le Lupin tire bénéfice d'une longue photopériode.

Le traitement provoque des modifications importantes dans la vie du Lupin. La croissance est plus précoce, mais elle est d'autant plus limitée que le traitement est plus prolongé. Le développement des parties végétatives des plantes est lui-même réduit. En outre, la reproduction débute beaucoup plus tôt et il arrive fréquemment que les sujets traités présentent une floraison supplémentaire. La formation et la maturation des fruits s'effectuent avec la même avance que la floraison. Il semble que toute l'activité métabolique de la plante soit polarisée vers la reproduction. Ce processus fait penser à un phénomène hormonal qui activerait ces phénomènes de reproduction. On peut admettre que pendant le traitement, une hormone ou une substance quelconque, jouant le rôle de précurseur est élaborée en quantité proportionnelle à la durée de séjour au froid des graines. En effet, cette substance produite en grande quantité après un long traitement, serait capable de provoquer des avances importantes et de les améliorer lors des floraisons successives, par rapport aux lots

traités moins longtemps qui, par suite, ont accumulé moins de cette substance. On pourrait expliquer de la même manière le phénomène d'annulation de l'avance à la deuxième floraison après un traitement de courte durée; la quantité de substance formée pendant le traitement suffirait pour créer une avance à la première floraison, mais cette faible quantité épuisée, la plante se trouverait alors dans les mêmes conditions que le témoin.

Cette hypothèse, déjà formulée bien souvent, relative à la formation d'une hormone, ou d'un précurseur, pourrait aussi expliquer les phénomènes observés après la printanisation des céréales; nous avons vu qu'en prolongeant le traitement, on améliore ses effets et que des durées même réduites provoquent parfois un effet appréciable.

2° *Lupinus angustifolius* L.

Le Lupin bleu réagit de la même façon que l'espèce précédente. Des graines traitées pendant soixante jours, semées le 23 mars 1949 donnent des plantes qui présentent trois floraisons, les 21 mai, 1er juin et 15 juin, tandis que les témoins ne fleurissent qu'une seule fois, le 15 juin. La première floraison s'effectue donc avec vingt-cinq jours d'avance chez les plantes printanisées. Les remarques effectuées précédemment au sujet de la croissance se confirment ici : la hauteur totale définitive des plantes printanisées est de 45 cm., tandis que les témoins atteignent 70 cm.

3° *Lupinus hirsutus.*

Les résultats obtenus avec cette plante sont identiques; après trente-deux jours de traitement, des graines semées le 7 juillet 1948 donnent des plantes qui fleurissent le 25 août, tandis que les témoins ne fleurissent que le 6 octobre, soit quarante et un jours plus tard.

L'année suivante, les graines récoltées furent semées sans traitement le 23 mars 1949; elles ont permis de constater les effets rémanents de la printanisation. Les graines issues des plantes P. 32 en 1948 donnent des sujets qui fleurissent trois fois, les 29 mai, 13 juin et 28 juin, tandis que les plantes

n'ayant aucun traitement dans leurs antécédents ne fleurissent que deux fois, les 13 et 22 juin, soit avec quinze et neuf jours de retard. La hauteur totale définitive est de 75 cm. pour le P. 32 - T. et de 85 cm. pour le T. - T. Cette observation confirme celles effectuées avec les Orges de printemps et avec la Cameline.

Pour conclure, nous dirons que les trois espèces de Lupins étudiées (*Lupinus albus, L. angustifolius* et *L. hirsutus*) ont un comportement identique vis-à-vis du traitement par le froid. Ce dernier s'effectue en faisant germer les graines à 16-18°C pendant deux jours avec 100 % de leur poids d'eau. Les phénomènes de croissance sont activés mais le développement de l'appareil végétatif demeure réduit, car l'accroissement des plantes est arrêté au moment de chacune des floraisons, les avances aux floraisons atteignent un nombre de jours important (quatre-vingt jours) et le nombre des floraisons successives peut, dans certains cas, être augmenté.

La limite supérieure de durée de traitement n'a pu être déterminée car nous n'avons jamais observé d'effet dépressif même après des durées de cent dix à cent treize jours, mais ont voit qu'il existe une limite dans les effets car, pour la première floraison, des durées variant du simple au double (soixante et un et cent treize jours) provoquent la même avance, ce n'est qu'à la seconde floraison que cent treize jours entraînent une plus grande avance. Des durées même faibles de sept jours (semis du 23 mars) peuvent entraîner une avance de cinq jours.

Les lupins sont donc des plantes qui présentent un grand intérêt car la durée du traitement peut varier dans une large mesure en entraînant toujours des effets proportionnels à son importance.

La diminution et l'annulation des avances aux floraisons successives après de courtes durées de traitement nous conduisent à émettre l'hypothèse de l'élaboration d'une substance pendant le traitement, substance dont la quantité diminuerait après chaque floraison.

Les semis de *Lupinus hirsutus* nous ont permis de noter l'existence d'un effet rémanent de la printanisation tandis que pour *Lupinus albus* nos essais dans ce domaine sont restés sans résultats positifs.

POIS CHICHE

Le Pois Chiche (*Cicer arietinum* L.) est une plante qui a déjà fait l'objet d'études sur la printanisation. Ainsi, Ivanov (1934) constate que la vigueur et la croissance, le poids moyen des tiges et des feuilles diminuent considérablement après la printanisation, la floraison est retardée et la récolte en fruits abaissée de 10,3 % à 26,3 %; Vasiliev (1939) classe cette plante parmi celles qui ne réagissent pas à la printanisation. Par contre, Papadakis (1938), en Grèce, note une avance de huit jours à la floraison, après trente jours de traitement; Pal et Murty (1941) constatent également que les basses températures appliquées pendant la germination accélèrent le début de la phase reproductive, tandis que les hautes températures la retardent; Pillay (1944) signale que sept jours de traitement ne produisent aucun effet, tandis que quatorze jours provoquent une avance de trois jours à la floraison, mais il n'existe pas de différence significative dans le poids sec des gousses ou des tiges.

Dans nos expériences, le traitement de printanisation est appliqué après quarante-huit heures de germination des graines avec 100 % de leur poids d'eau; elles présentent alors une radicule de 2 à 4 mm. de long. Après trente à quarante jours de traitement, au moment du semis, ces radicules atteignent 10 à 20 mm. de long.

1. *Printanisation normale :*

Le traitement par le froid provoque tout d'abord une croissance sensiblement plus rapide, les lots traités conservent donc pendant un certain temps une taille supérieure à celle de leurs témoins. Mais bientôt, à une époque déterminée coïncidant avec l'apparition des bourgeons floraux et avec la floraison, leur vitesse de croissance diminue et la hauteur

des plantes témoins devient supérieure à celle des printanisées. Dans le système végétatif aérien, aucune différence appréciable n'apparaît; quant aux racines, les moyennes effectuées sur les plantes récoltées (tableau XVIII, 3e et 4e lignes) montrent une réduction du système radiculaire, la racine principale est plus courte et contournée en crosse immédiatement au-dessous du collet, les radicelles sont moins nombreuses. La reproduction débute plus tôt; en règle générale, on peut dire que les avances varient suivant la durée du traitement et la date du semis, elles sont de l'ordre d'une semaine après un traitement d'une quarantaine de jours. La floraison est plus précoce mais se termine plus tôt. Ces résultats sont ceux des semis de graines normales de 1947 et 1948.

2. *Effets rémanents de la printanisation :*

En 1948, les graines récoltées sur les plantes P. 38 et T. furent reprises et semées, les unes sans traitement, les autres après un traitement de quarante-huit jours, pour le semis du 26 mars, de cinquante-huit jours pour le semis du 7 avril et de soixante et onze jours pour le semis du 29 avril. Ces

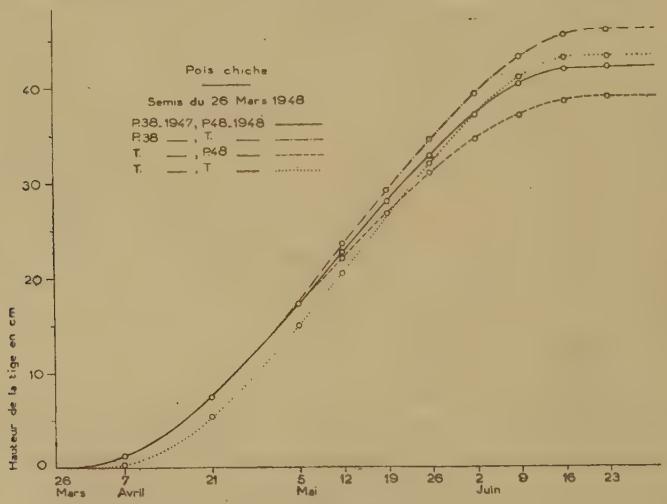


FIGURE 27.

Courbes de croissance des plantes de Pois chiche (Cicer arietinum L.). *Semis du 26 mars* 1948.

différents lots ont permis de constater l'influence des traitements appliqués les années précédentes aux plantes dont sont issues les semences (figure 27). En comparant les sujets issus de graines provenant de pieds printanisés et témoins de 1947 et semées en 1948 sans aucun traitement (P.38-T. et T.-T.), on constate que les premiers conservent une légère avance à la floraison. Losqu'on reprintanise en 1948 (P.38-P...), on améliore encore l'avance par rapport aux plantes qui subissent une première printanisation (T.-P...) (tableau XVII). On peut donc noter encore un effet rémanent

Date du semis	Traitement		Floraison
	1947	1948	
21 mars 47	P. 38		21 mai
»	T.		28 mai
4 février 48		T. hiv.	19 mai
»	P. 38	T.	12 mai
»	T.	T.	18 mai
26 mars 48	T.	P. 47	25 mai
»	T.	T.	2 juin
»	P. 38	P. 47	23 mai
»	P. 38	T.	29 mai
7 avril 48	T.	P. 58	2 juin
»	T.	T.	23 juin
»	P. 38	P. 58	2 juin
»	P. 38	T.	16 juin
29 avril 48	P. 38	P. 71	16 juin
»	P. 38	T.	23 juin
»	T.	P. 71	23 juin
»	T.	T.	26 juin

Tableau XVII. — *Dates de floraison des différents semis de Pois chiche.*

de la printanisation : l'année suivante, il existe une légère avance de quelques jours à la floraison pour les plantes issues de graines récoltées sur des pieds printanisés; ces graines ont retiré du traitement par le froid un bénéfice plus marqué que celles issues de plantes non printanisées.

Ces résultats sont confirmés par les mesures effectuées après la récolte (tableau XVIII); nous ne donnons que les résultats des semis du 26 mars, car ceux des 7 et 29 avril ont subi une printanisation trop prolongée dont l'effet dépressif s'est fait nettement sentir. Un traitement prolongé peut

TRAITEMENT		TIGES			RACINES		FRUITS			GRAINES	
1947	1948	Hauteur	Poids	Nombre de ramific.	Long.	Nombre de ramific.	Poids	Long. moyen.	Nombre	Poids	Nombre
P. 38	P. 48	42,6	0,92	1,07	5,54	4,1	1,42	1,79	6,3	1,14	6,8
P. 38	T.	46,6	0,92	1,1	8,6	5	1,05	1,53	4,9	0,92	5,7
T.	P. 48	39,3	0,89	1,1	4,2	4,9	1,42	1,6	5,5	1,16	6,3
T.	T.	43,7	0,9	1,1	8,2	5,8	0,9	1,5	3,4	0,84	4,5

TABLEAU XVIII. — *Caractéristiques numériques des plantes de Pois chiche récoltées après le semis du 26 mars 1948.*

Moyennes établies pour une plante. (Poids en g. et dimensions en cm.).

encore entraîner une avance à la reproduction alors qu'il influence défavorablement la croissance et le rendement. Si nous considérons les résultats normaux fournis par le semis du 26 mars, nous pouvons comparer d'une part, les effets d'un traitement normal (T.-P.48) par raport au té-

moin (T.-T.), et d'autre part, l'influence du traitement subi l'année précédente et renouvelé (P.38-P.48) ou non renouvelé (P.38-T.). Dans le premier cas, printanisation dans des conditions normales (T.-P.48 et T.-T.), nous voyons qu'après le traitement la hauteur définitive est nettement réduite, ainsi que le système radiculaire (longueur et nombre des radicelles), et si le poids des tiges et le nombre de leurs ramifications ne varient pas sensiblement, par contre, le nombre des fruits, leur longueur et leur poids sont nettement augmentés, de même que la production des graines en poids et en nombre. Dans le second cas, printanisation appliquée à des graines issues de plantes printanisées (P.38-P.48 et P.38-T.), les différences sont identiques aux précédentes. En considérant maintenant les conséquences du traitement de 1947 en 1948 (P.38-T. et T.-T.), on constate qu'il persiste un effet qui intéresse seulement les phénomènes de reproduction, par contre, la réduction de la croissance ne s'observe plus, il semble au contraire qu'il y ait une stimulation de ce phénomène. Ceci montre que la réduction du système végétatif des sujets printanisés est peut-être occasionnée ici davantage par le traitement que par la précocité de la floraison.

Cette étude montre l'intérêt du traitement de printanisation appliqué aux graines de Pois Chiche (germination quarante-huit heures avec 100 % d'eau et séjour au froid). Ce traitement entraîne une croissance plus rapide bientôt ralentie par les phénomènes de reproduction, si bien que la taille définitive des plantes printanisées est inférieure à celle des témoins. Les avances observées dans les phénomènes de reproduction sont de l'ordre de sept jours après un traitement d'une quarantaine de jours. En augmentant sa durée pour des semis plus tardifs, on améliore les avances (vingt et un jours pour P. 58 du 7 avril), mais les rendements qui, jusqu'ici, étaient nettement améliorés subissent une diminution. Il semble donc que pour les semis considérés (mars et avril) on n'ait pas intérêt à dépasser quarante à cinquante jours d'exposition au froid.

Ici encore les effets rémanents du traitement ont pu être observés. Ils ont été améliorés par une reprise du traitement la seconde année.

VESCE

Deux variétés de Vesce (*Vicia sativa* L. var.) ont été expérimentées par divers auteurs : Vesce de printemps et Vesce d'hiver. Des traitements différents ont été proposés pour cette espèce : dix jours à 8-10°C. par Kostov (1933), dix jours à 5-8°C. par Epifanov (1935); pour Mc Kee (1935), le meilleur traitement serait de quarante jours à 0°C., tandis que Vasiljev (1939) préconise trente-cinq jours à 0°C. pour les formes tardives et d'hiver, et dix-huit jours à 5-7°C. pour les formes précoces. R. David (1946) parvient à la conclusion qu'il faut une température de 0-2°C. pendant quarante jours pour la Vesce d'hiver. Nous avons repris l'étude de cette espèce afin de définir son comportement dans notre région et surtout en vue d'effectuer une étude comparative des effets du traitement sur les variétés de printemps et d'hiver.

Le traitement a été effectué de la façon suivante : les graines (1) sont additionnées d'une quantité d'eau égale à leur poids pendant deux jours à 15-18°C., elles présentent alors une radicule de 1 à 3 mm. de longueur; placées en chambre froide, les radicules atteignent 8 à 10 mm. de longueur après un séjour d'un mois.

Les semis furent effectués de 1947 à 1949, après des traitements variant d'une trentaine de jours à quatre-vingt un jours. Nous étudierons plus spécialement les semis des deux variétés, pratiqués le 26 mars 1948, de plantes témoins et printanisées pendant quarante-huit jours.

La croissance (figure 28) se déroule de façon identique dans tous les cas; les plantes printanisées sortent plus vite de terre et conservent pendant toute leur croissance une taille supérieure à celle de leurs témoins.

---

(1) Provenant des Etablissements Vilmorin.

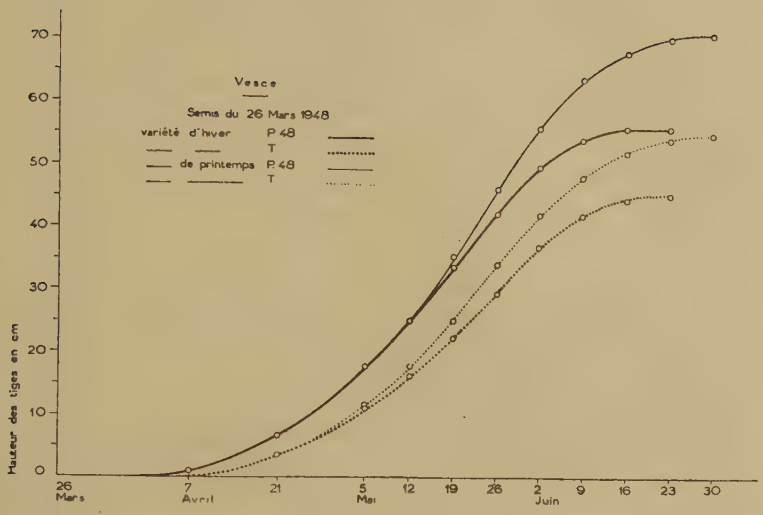


FIGURE 28.
Etude comparative de la croissance des plantes chez les variétés de printemps et d'hiver de Vesce.

Chez les deux variétés, le traitement entraîne une avance dans les phénomènes de reproduction (tableau XIX). L'avance à la floraison est de dix-huit jours pour la variété hivernale et de quatorze jours pour celle de printemps. On constate qu'avec la Vesce d'hiver un jour de printanisation détermine une avance de 0,38 jour, tandis que pour la Vesce de printemps l'avance entraînée n'est que de 0,29 jour. Cette constatation et les avances à la floraison montrent que la variété d'hiver est légèrement plus sensible au traitement.

Les résultats numériques obtenus par l'étude des plantes après la récolte, permettent d'effectuer les moyennes figurant dans le tableau XX. Outre l'augmentation de taille et de poids des parties végétatives des plantes printanisées, nous remarquons la réduction de longueur et de ramification de leurs racines. Les caractéristiques de la reproduction montrent une très nette amélioration entraînée par le traitement, les rendements en graines par pied sont augmentés de 72 à 74 %.

VESCE D'HIVER			
Date du semis	Traitement	Floraison	Coefficient d'efficacité
21 mars 47 »	P. 33 T.	7 mai 21 mai	0,42
12 nov. 47	T.	7 avril	
12 mars 48 »	P. 34 T.	12 mai 28 mai	0,47
26 mars 48 »	P. 48 T.	23 mai 10 juin	0,38
29 avril 48 »	P. 81 T.	16 juin 23 juin	0,08
11 mai 49 » » »	P. 78 P. 55 P. 29 T.	24 juin 26 juin 28 juin 28 juin	0,05 0,03
VESCE DE PRINTEMPS			
Date du semis	Traitement	Floraison	Coefficient d'efficacité
21 mars 47 »	P. 33 T.	2 juin 11 juin	0,27
12 mars 48 »	P. 34 T.	30 mai 16 juin	0,5
26 mars 48 »	P. 48 T.	2 juin 16 juin	0,29

TABLEAU XIX. — *Dates de floraison des différents semis de Vesce.*

Pour les deux variétés, l'efficacité du traitement apparaît donc aussi grande et les améliorations entraînées sont du même ordre de grandeur.

En comparant maintenant les effets des diférentes durées de traitement, on constate que, pour la Vesce de printemps, des durées de printanisation de trente à cinquante jours appliquées aux semis de Mars sont toujours efficaces. Dans

VARIETE	Date du semis	Traitement	Hauteur tige	Longueur racines	Nombre de radicelles	Poids tiges + racines	Nombre de fruits	Longueur d'un fruit	Poids des fruits	Poids des graines	Nombre de graines	Poids moyen de 100 graines
PRINTEMPS	26 mars	P. 48	71	7,7	2	2,06	4,1	3,5	0,9	0,61	13,6	4,03
	1948	T.	54,4	11	6	1,8	2	2,6	0,37	0,35	8,9	3,8
HIVER	26 mars	P. 48	54,6	9.3	1	1,7	2,2	3,7	0,75	0,5	12,3	4,3
	1948	T.	45,1	11	2	1,14	1,7	3,2	0,35	0,29	6,7	4,0
	29 avril	P. 81	45,7	4,8	1	0,9	3,2	3,4	0,76	0,53	12,1	4.3
	1948	T.	40,2	7,9	3,9	1	0,81	3,2	0,16	0,1	3,06	3,5

TABLEAU XX. — *Etude numérique des plantes de Vesce après récolte. Moyennes établies pour une plante.*
(dimensions en cm. et poids en g.).

le cas de la Vesce d'hiver, les différents semis effectués en mars fournissent des résultats analogues, mais les semis pratiqués plus tard, malgré une augmentation de durée de printanisation (29 avril 1948 : P. 81), ne parviennent pas à provoquer une avance à la floraison aussi importante. L'avance entraînée par un jour de printanisation est réduite (0,08). L'année suivante un semis plus tardif (11 mai 1949), avec des durées de printanisation croissantes (P. 29, P. 55, P. 78), montre que cette réduction d'efficacité n'est pas imputable

à une trop grande prolongation du traitement puisque les avances augmentent avec sa durée, et le coefficient d'efficacité (avance produite par un jour de printanisation) est plus élevé après soixante-dix-huit jours qu'après cinquante-cinq jours, vingt-neuf jours étant insuffisants pour provoquer une avance appréciable.

Les caractéristiques numériques obtenues après la récolte des plantes semées le 29 avril 1948 (tableau XX), apportent quelques précisions. Nous avons vu qu'à cette date de semis, l'avance à la floraison était réduite mais les résultats des moyennes sont toujours nettement en faveur du lot printanisé. Les nombres sont très voisins de ceux fournis par le lot P. 48 du semis précédent. L'amélioration de rendement est de 430 % car la productivité du lot témoin est amoindrie. Cette observation vient confirmer ce que nous avait montré l'étude des céréales : la printanisation prolonge au-delà des limites normales les possibilités de reproduction des plantes.

En résumé, la Vesce de printemps, de même que celle d'hiver, retire un très grand profit d'un traitement d'une quarantaine de jours à 0-2°C. (graines mises à germer avec 100 % de leur poids d'eau pendant deux jours, puis soumises au froid). Ce sont des plantes qui n'ont pas un très grand besoin de froid, mais elles bénéficient considérablement d'un traitement qui confère une avance de quatorze à dix-sept jours chez la variété hivernale et de neuf à seize jours chez celle de printemps ainsi qu'une forte augmentation de rendement. Un fait doit être souligné : c'est la diminution des avances à la floraison avec la tardiveté des semis malgré l'accroissement de la durée du traitement. Il convient ici de considérer d'autres facteurs agissant sur la floraison, en particulier la longueur du jour qui, en augmentant, peut jouer un rôle favorable vis-à-vis de la floraison, sans pour cela favoriser les phénomènes ultérieurs de la reproduction (rendements très amoindris).

Signalons enfin que les graines issues de plantes printanisées semées l'année suivante, n'ont accusé aucune différence de comportement avec celles qui n'eurent aucun traitement dans leurs antécédents.

FEVE

La variété de Fève (*Vicia Faba* L. var.) expérimentée, est la fève de Séville (1).

La germination des graines s'obtient en trois ou quatre jours à la température du laboratoire, avec 110 % de leur poids d'eau, la radicule perce les téguments et mesure 4 à 6 mm. de longueur; les semences germées sont alors soumises au froid; au bout d'une trentaine de jours à 2°C., elles ont une radicule qui atteint 15 à 30 mm.

1. *Printanisation normale :*

Des expériences ont été poursuivies de 1947 à 1950 en effectuant des semis à des dates différentes et après des durées de printanisation variables. Dans les lots printanisés, la sortie de terre est toujours plus précoce que dans les lots témoins; la croissance se déroule suivant les modalités observées pour la Moutarde; tout d'abord, les sujets printanisés ont une croissance plus rapide, mais, au moment de la floraison, leur vitesse de croissance se réduit, ils sont alors dépassés par les témoins qui continuent à s'accroître pendant un certain temps. La taille définitive des plantes printanisées est toujours inférieure à celle des témoins et cette réduction de la taille est plus importante après les traitements plus prolongés.

On remarque que les tiges formées sur chaque pied sont plus nombreuses après la printanisation, les pieds sont comparables à ceux des semis pratiqués avant l'hiver. Les sujets témoins ne possèdent bien souvent qu'une ou deux tiges.

La floraison (tableau XXI) a toujours lieu avec six à quatorze jours d'avance. Si on calcule l'avance provoquée par

(1) Provenant des Etablissements Vilmorin.

un jour de traitement (que nous appelons coefficient d'efficacité), les résultats obtenus (dernière colonne du tableau) montrent que la durée optima de traitement varie de dix à trente-cinq jours suivant les années, pour un semis pratiqué en mars. Dans les semis des 16 mars 1949 et 16 mars 1950, on observe une diminution d'efficacité à mesure qu'on prolonge le traitement : ainsi, à partir de cinquante et un jours en 1949 et de trente-quatre jours en 1950, une diminution d'effet peut être notée. L'étude des moyennes effectuées après la récolte montre bien une réduction de la taille et du poids du système végétatif et un accroissement de rendement en fruits et en graines (tableau XXII). Il faut noter que le lot P. 34 accuse une certaine déficience par rapport aux autres lots traités, ce qui montre que cette durée de traitement est, dans ce cas, légèrement excessive.

2. *Effets rémanents de la printanisation :*

En semant en 1950, après ou sans traitement, les graines récoltées sur des pieds printanisés et témoins de 1949, on peut effectuer les observations suivantes (tableau XXIII) : la date de la floraison est avancée de quatre jours après le seul traitement de l'année précédente, elle est avancée de onze jours après un traitement de trente-deux jours appliqué en 1950 à des graines issues de lots T. ou P. 43 en 1949, un renouvellement de printanisation paraît donc ne pas accroître l'effet normal du traitement. Quant aux caractéristiques obtenues après la récolte, elles montrent que la taille et le poids des tiges ne sont réduits qu'après un traitement de l'année en cours et qu'un traitement renouvelé (P.43-P.32 paraît être moins défavorable que lorsqu'il est appliqué pour la première fois (T.-P.32). Les résultats numériques de la reproduction permettent de noter que la printanisation de l'année précédente (P.43-T.) entraîne à elle seule une augmentation de la valeur des caractéristiques considérées. Cet effet est analogue à celui provoqué par la printanisation de l'année en cours (T.-P.32) mais à un degré moindre. Cependant si on effectue pendant deux années consécutives un traitement de printanisation (P.43-P.32), on n'obtient, pour

Date des semis	Traitement	Floraison	Coefficient d'efficacité
12 nov. 1947	T.	26 mars	
8 déc. 1947	P. 56	10 avril	0,10
»	T.	16 avril	
12 mars 1948	P. 35	5 mai	0,4
»	T.	19 mai	
1er déc. 1948	T.	13 avril	
19 janv. 1949	P. 43	13 avril	0,20
»	T.	22 avril	
16 mars 1949	P. 100	10 mai	0,08
»	P. 51	7 mai	0,21
»	P. 19	10 mai	0,42
»	T.	18 mai	
28 fév. 1950	T.	9 mai	
16 mars 1950	P. 34	9 mai	0,32
»	P. 16	14 mai	0,37
»	P. 10	16 mai	0,4
»	T.	20 mai	

TABLEAU XXI. — *Dates de floraison des différents lots de Fève de Séville.* (Années 1947 à 1950.)

certaines données, qu'une amélioration inférieure à celle entraînée par la seule printanisation de l'année en cours (T. - P.32), mais ici il convient de rappeler que, durant cette année là, trente-deux jours de printanisation se montrent très légè-

MOYENNES POUR UNE PLANTE									
Date du semis	Traitement	Hauteur tige	Poids tige	Nombre de fruits	Longueur d'un fruit	Poids des fruits	Nombre de graines	Poids des graines	Poids moyen de 100 graines
28 février 50	T.	54,92	4,26	2,48	11,88	12	8,7	9,7	112,3
16 mars 50	P. 34	49,58	4,3	2,47	9,48	9	6,3	7,2	112,9
»	P. 16	52,54	3,7	2,64	11,78	11,8	8,5	9,3	109,4
»	P. 10	54,39	4,3	2,57	10,42	10,7	7,9	8,2	103,1
»	T.	55,9	4,8	2,47	9,97	8,8	6,2	6,5	105,0

TABLEAU XXII. — *Caractéristiques moyennes des plantes de Fève de Séville obtenues après récolte.*
(dimensions en cm. et poids en g.).

rement défavorables, ce qui motivait la reprise, l'année suivante, d'un traitement d'une durée identique. Il semble donc qu'on doive se contenter de retenir ici que les traitements des années précédentes n'exercent aucune influence défavorable sur la croissance et entraînent une avance dans les phénomènes de reproduction tout en améliorant le rendement.

Ces expériences nous permettent de *conclure* que la Fève Séville réagit d'un manière modérée au traitement de printanisation. Ce dernier est effectué en faisant germer les graines pendant trois à quatre jours avec 110 % de leur poids

Traitement en		Date de floraison	MOYENNES ETABLIES POUR UNE PLANTE APRES RECOLTE							Poids moyen de 100 graines
1949	1950		Hauteur tige	Poids tiges	Nombre de fruits	Longueur d'un fruit	Poids des fruits	Nombre de graines	Poids des graines	
P. 43	P. 32	9 mai	49,43	3,9	2,73	8,78	9,4	8,0	7,6	94,5
P. 43	T.	16 mai	37,6	4,4	2,83	8,30	8,8	7,2	6,8	94,4
T.	P. 32	9 mai	47.88	3,3	3,43	7,96	10,4	7,1	9	99,1
T.	T.	20 mai	36,52	4,6	2,53	8,08	8,6	6,9	6,5	93,3
P. 19	T.	16 mai	54,42	4,7	2,60	8,07	8,5	7,3	6,7	91,9

TABLEAU XXIII. — *Résultats du semis de Fève de Séville pratiqué le 16 mars 1950 avec des graines récoltées en 1949.*
(dimensions en cm. et poids en g.).

d'eau et en les soumettant ensuite à l'action du froid. Ce traitement doit être d'une durée réduite, au maximum de dix à trente-cinq jours suivant les années pour un semis du mois de mars.

Comme dans la majorité des cas, la croissance est d'abord activée, puis précocement limitée au moment de la reproduction. Le nombre des ramifications des tiges est plus grand que chez les témoins et on note des avances de six à

quatorze jours à la floraison. On obtient en outre une augmentation du rendement en fruits et en graines pouvant atteindre 18 %.

Ici encore les effets rémanents de la printanisation ont été notés, les effets de l'année précédente réapparaissent avec une certaine similitude.

L'intérêt primordial d'un tel traitement nous semble résider dans le fait que les invasions de pucerons auxquelles les Fèves sont très sensibles sont considérablement réduites sur les pieds traités et, de plus, l'avance dans les phénomènes de reproduction suffit très souvent pour qu'ils se déroulent avant l'apparition des insectes.

POIS DE SENTEUR

Les graines de Pois de senteur (*Lathyrus odoratus* L.) doivent être semées normalement en mars-avril pour donner des plantes qui fleurissent en juillet. Cette plante ne paraît donc pas avoir besoin du froid, néanmoins nous avons voulu connaître les effets qu'exercent les basses températures sur cette espèce.

Pour cela, nous avons expérimenté avec des graines mises à germer pendant six jours avec 130 % de leur poids d'eau. Ces semences qui, au bout de cette période, avaient une radicule de 1 à 2 mm., étaient alors placées en chambre froide. La mise en terre a eu lieu le 12 mai, date tardive pour ce semis, après quarante jours de traitement.

La sortie de terre se fait cinq jours plus tôt que chez les témoins. La croissance est nettement accélérée et la taille des plantes traitées reste toujours supérieure à celle des témoins (hauteur définitive : P. 40 : 60 cm.; T. : 43 cm.).

Les boutons floraux ont été formés le 22 juin chez les plantes printanisées et le 18 juillet seulement chez les témoins. La floraison a eu lieu vingt-cinq jours plus tôt dans le lot traité (29 juin) que dans le lot témoin (24 juillet); la photographie de la figure 29 montre l'état des plantes le 18 juillet. Cependant, cette précocité de floraison a entraîné

une mort plus rapide des plantes, le 7 août la floraison était terminée et les plantes commençaient à se dessécher, tandis que dans le lot témoin il y avait encore quelques fleurs le

T. P. 40

FIGURE 29.
Pois de senteur semés le 12 mai 1950, photographie prise le 18 juillet 1950. Le lot printanisé est en fleurs.

29 août et les plantes sont mortes au cours de la première quinzaine de septembre. Dans les deux cas, les gousses se sont formées et ont mûri convenablement.

Le traitement par le froid provoque donc un accroissement de la taille et une avance à la floraison.

POIS

En même temps que plusieurs variétés de Pois cultivés (*Pisum sativum* L. var.), deux autres espèces du genre *Pisum* furent expérimentées (*Pisum arvense* et *Pisum elatius*).

1° *Pisum sativum* L.

Chez cette espèce cultivée, la printanisation, d'après TURNER et BURR (1937), n'entraîne aucune précocité.

Les variétés de Pois cultivés qui ont été étudiées sont les Pois à rames « quarante-deux de Sarcelles améliorés » et les

Pois nains « Petit Provençal » et « Lincoln » (1); les résultats obtenus avec les deux premiers ont fait l'objet d'une communication détaillée (2); ceux fournis par le troisième confirment les précédents. Nous ne donnerons ici qu'un bref résumé de ces résultats.

Le traitement comporte une humidification des graines avec 100 à 145 % de leur poids d'eau, une germination à 15-16°C. pendant quatre jours. La radicule, au moment du semis, a de 6 à 10 mm. de longueur.

La sortie de terre des plantules a lieu trois à quatre jours plus tôt chez les sujets traités. La croissance, d'abord identique dans les deux lots, devient bientôt plus rapide dans les lots printanisés, ensuite, après l'apparition des fleurs, la vitesse décroît et la croissance s'arrête plus tôt dans les lots traités, de sorte que les lots témoins ont toujours une taille définitive supérieure à celle des lots printanisés.

La floraison est avancée de quatre à treize jours après des traitements de trente à quarante jours (tableau XXIV). La formation et la maturation des fruits conservent cette avance. La productivité est assez nettement améliorée (tableau XXV), le poids des graines est augmenté après le traitement.

2° *Pisum arvense* L. et *Pisum elatius* Ster.

Ces deux espèces, dont les graines provenaient du Jardin Botanique de Nantes, ont été semées le 29 avril 1948, après vingt-sept jours de traitement; elles permettent d'effectuer, au point de vue de la croissance, les mêmes remarques que précédemment. La floraison a lieu dans les lots printanisés et témoins, respectivement les 30 juin et 7 juillet chez *Pisum arvense*, et les 23 et 30 juin chez *Pisum elatius*, soit, dans les deux cas, avec sept jours d'avance.

Les résultats obtenus avec toutes les plantes (du genre *Pisum*) expérimentées permettent de conclure que le trai-

(1) Graines fournies par les Etablissements Vilmorin.
(2) R. David et J. Séchet, *Rev. sc.*, 1948, N° 3297, 542-4.

PETIT PROVENÇAL			QUARANTE-DEUX DE SARCELLES		
Date de semis	Traitement	Floraison	Date de semis	Traitement	Floraison
23 déc. 47	T.	7 avril	31 janvier 48	P. 32	13 avril
4 février 48	P. 32	16 avril	»	T.	17 avril
»	T.	29 avril	LINCOLN		
12 mars 48	P. 34	5 mai	16 mars 49	P. 46	10 mai
»	T.	12 mai	»	P. 18	18 mai
15 juillet 48	P. 16	11 août	»	T.	18 mai
»	T.	17 août	2 mai 50	P. 74	14 juin
29 juillet 48	P. 43	25 août	»	P. 42	14 juin
»	T.	1 sept.	»	T.	22 juin
1 déc. 48	T.	13 avril			
19 janvier 49	T.	22 avril			

TABLEAU XXIV. — *Dates de floraison des différentes variétés de pois cultivés* (Pisum sativum L.).

Variétés	Date du semis	Traitement	Hauteur	Nombre de gousses	Nombre de graines	Poids des graines	Poids moyen de 100 graines
42 de Sarcelles	31 janv. 1948	P. 32	130	6	23,6	5.621	22,6
»	»	T.	150	6	19	2,978	13,91
Petit Provençal	12 mars 1948	P. 34	36,5	2,85	12,9	4,44	36,13
»	»	T.	42,8	2,7	13,4	3,58	30,16

TABLEAU XXV. — *Caractéristiques moyennes établies pour une plante de pois* (dimensions en cm. et poids en g.).

tement par le froid exerce une action favorisante sur la reproduction. Le trempage des graines s'effectue avec 100 à 145 % de leur poids d'eau et après quatre jours à 15-16°C., ces graines sont placées en chambre froide. Comme dans les autres cas, on obtient une croissance plus rapide mais limitée, et une floraison avancée de quatre à treize jours. Des traitements de seize à quarante-cinq jours sont très favorables, un traitement d'une trentaine de jours semble pouvoir être indiqué. La productivité est nettement améliorée.

CORIANDRE

Le Coriandre (*Coriandrum sativum*), ombellifère utilisée comme condiment, d'abord cultivé, est devenu subspontané : il doit être semé en mars ou bien en août pour l'année sui-

vante. Selon Ivanov (1934), la printanisation de cette plante à l'état de rosette de feuilles entraînerait un retard à la floraison.

Les semences provenaient du Jardin Botanique de la ville de Nantes; elles ont été mises à gonfler pendant cinq jours à la température du laboratoire; alors que, dans ces conditions, peu de semences donnent une radicule de 1 à 2 mm., après un séjour au froid, la plupart en ont formé une de 3 à 4 mm.

Les semis ont été effectués le 19 mai 1948 (P. 30 et T.), puis le 1er juin 1949 (P. 96, P. 76, P. 45 et T.), afin de confirmer les résultats de l'année précédente et de rechercher les effets d'un traitement plus prolongé.

Pendant la première année d'expérimentation, nous avons constaté une accélération de la croissance sous l'action du traitement. Les sujets du lot printanisé ont toujours une

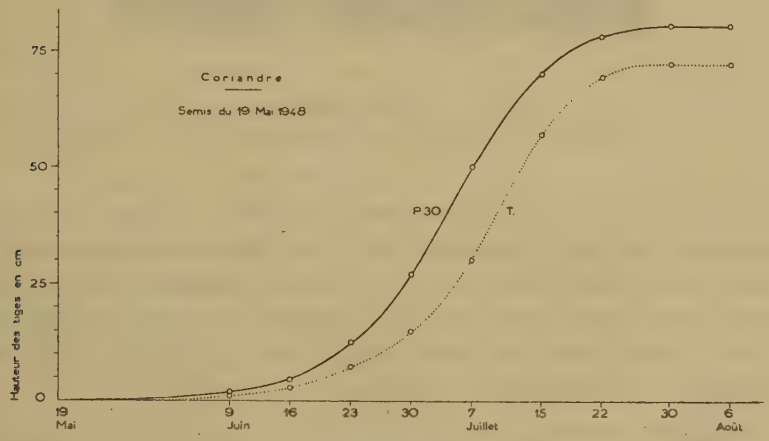
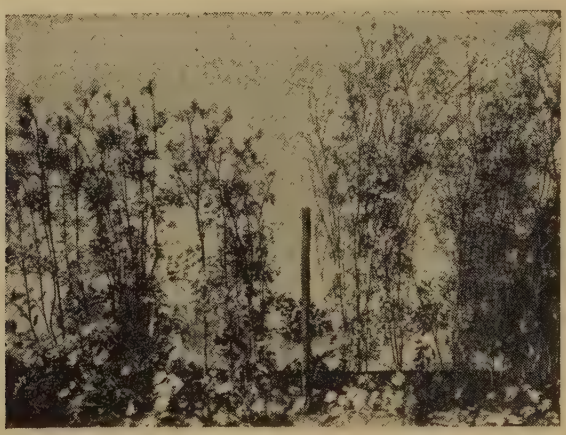


Figure 30.
Courbes de croissance des plantes de Coriandre (Coriandrum sativum L.). *Semis du 19 avril 1948.*

taille supérieure à celle des témoins (figure 30). Ainsi, le 7 juillet, les plantes printanisées (P. 30) ont une taille de 50 cm. et des ombelles sont déjà formées, tandis que les témoins n'ont que 30 cm. de hauteur et ne présentent aucune

inflorescence (figure 31). La floraison a lieu le 15 juillet pour le P. 30 et le 30 juillet pour le lot T. Les fruits étaient mûrs dès le 6 août dans le premier lot, tandis que, le 25 août, ils sont seulement formés et encore verts dans le lot témoin.



T. P. 30

FIGURE 31.

Coriandre semé le 19 mai 1948, photographié le 22 juillet.

Les caractéristiques relevées sur les plantes après la récolte et figurant dans le tableau XXVI montrent en outre que la longueur et le nombre des racines sont également supérieurs dans le lot printanisé; enfin, le nombre de fruits par plante et leur poids sont nettement augmentés. Le poids des parties végétatives est également accru.

La printanisation effectuée l'année suivante a confirmé ces données et nous a montré, de plus, les limites de durée du traitement. La durée la plus favorable aux phénomènes de croissance est de quarante-cinq jours, puis viennent P. 76, P. 96; quant au témoin, il se maintient toujours au-dessous de P. 96. La floraison a lieu le 12 juillet pour le P. 45, le 13 juillet pour le P. 76, le 17 juillet pour le P. 96, et le 26 juillet pour le T.

	P. 30	T.
Hauteur	79,7	70.6
Longueur des racines	8,18	5,86
Nombre de racines secondaires	5,45	2,89
Nombre d'ombelles	12,18	8,65
Poids des tiges	1,18	1,03
Poids des racines	0,18	0,16
Poids des fruits	1,36	0,89

TABLEAU XXVI. — *Caractéristiques numériques moyennes établies après la récolte pour une plante de Coriandre.*
(dimensions en cm., poids en g.).

En résumé, la durée optima de traitement est de l'ordre de trente à quarante-cinq jours aussi bien pour favoriser la croissance que la reproduction. Le Coriandre est une plante qui bénéficie nettement de la printanisation, les phénomènes de croissance et de reproduction sont améliorés et le rendement en fruits augmenté.

SAUGE

C'est une variété ornementale de ce genre qui a été utilisée pour cette étude, la Sauge « Barbe Bleue » (*Salvia Horminum* L.) (1), qui possède des bractées violettes. Les semences mises en terre le 5 mai 1950, les unes après trente-neuf

(1) Provenant des Etablissements Vilmorin.

jours de printanisation, les autres sans traitement, donnent dans les deux cas des plantes identiques au début de la croissance. Mais dès le 12 juillet, des tiges florifères apparaissent dans le lot P. 39, tandis que lot T. reste à l'état de rosette de feuilles pendant toute l'année (figure 32) et ne donnera

P. 39 T.

FIGURE 32.

Sauge semée le 5 mai 1950, photographie prise le 25 août 1950.

des fleurs que l'année suivante, le 26 avril 1951. Mais il faut signaler que les bractées des plantes printanisées, fleuries la première année, sont restées d'un blanc verdâtre, tandis que, chez les témoins, qui ne fleurissent que la deuxième année, elles étaient d'un beau violet.

Ainsi, l'action du froid sur les graines de Sauge en germination est capable de hâter considérablement la floraison. Cependant, nous ne pensons pas que cette plante ait un besoin absolu de froid pour se reproduire, car les renseignements culturaux indiquent qu'elle fleurit normalement la première année. Ici le déclenchement des phénomènes de floraison ne peut être attribué qu'au froid, mais la non floraison du témoin est probablement anormale.

PLANTAIN

L'espèce considérée est le *Plantago arenaria* (Waldst. et Kit.), elle est particulièrement répandue dans le Midi et l'Ouest de la France.

Les semences nous ont été fournies par le Jardin Botanique municipal de Bordeaux. Ces graines, mises à germer avec 75 % de leur poids d'eau, s'entourent d'un mucilage important et présentent une germination capricieuse, c'est ainsi qu'en 1950 aucun témoin n'a pu germer. Par contre, le froid agissant sur la graine humide exerce une action favorable sur le métabolisme de la germination, en effet, dans les lots printanisés, la germination s'effectue toujours normalement, tandis que les propriétés germinatives des lots témoins sont, en général, très réduites.

Dans nos essais, nous avons maintenu les graines humidifiées à la température du laboratoire pendant cinq à six jours, puis nous les avons placées en chambre froide. Les semis sont pratiqués les 21 mars 1947 (P. 33 et T.), 7 avril 1948 (P. 36 et T.), 11 mai 1949 (P. 48, P. 26, P. 15 et T.) et 9 mai 1950 (P. 97, P. 42 et T.).

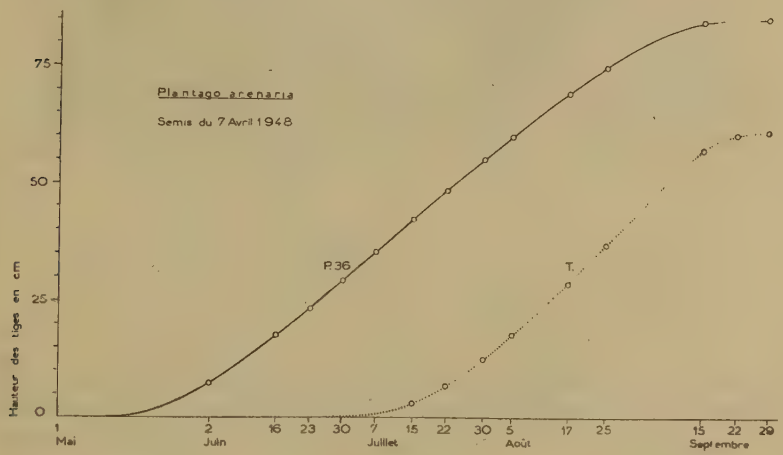


FIGURE 33.
Courbes de croissance des tiges de Plantago arenaria.
Semis du 7 avril 1948.

La croissance se déroule d'une manière identique dans tous les lots (figure 33), cependant, l'allongement des tiges débute beaucoup plus tôt dans les lots printanisés (un mois à un mois et demi avant), et la hauteur demeure toujours supérieure à celle des témoins.

Les boutons floraux apparaissent très tôt dans les lots printanisés, à ce moment, la physionomie des plantes est nettement différente dans les deux cas (photo, figure 34). La

P. 36 T.

FIGURE 34.

Etat des plantes de Plantago arenaria *le 30 juin au moment de la formation des boutons floraux dans le lot P. 36 (Semis du 7 avril 1948).*

floraison est aussi très précoce (7 juillet pour le lot P. 36 semé le 7 avril 1948) (figure 35) et se prolonge très longtemps, tandis que chez les lots témoins elle est tardive (25 août pour le même semis) et se termine en même temps que pour le lot printanisé. Le rendement en grains est aussi très amélioré. Au moment de la récolte, les différences entre les

T. P. 36

FIGURE 35.

Plantago arenaria, *photographie prise le 22 juillet 1948 (Semis du 7 avril 1948). Le lot printanisé est en fleurs.*

plantes de chaque lot persistent : la hauteur totale, le nombre de ramifications et le nombre des fruits sont plus élevés chez les plantes printanisées (photo, figure 36).

P. 36 T.

FIGURE 36.

Etat final des plantes de Plantago arenaria *semées le 7 avril 1948.*

Toutes les durées de traitement se montrent favorables, même les plus prolongées (quatre-vingt-dix-sept jours). En outre, la levée est d'autant plus précoce que la durée de traitement est plus longue, ainsi, dans le semis du 11 mai 1949, le P. 48 sort le 25 mai, les P. 26 et P. 15 le 1er juin et le T. ne parvient pas à germer. Il y aurait donc ici, en même temps que la printanisation, un processus « d'activation de la germination » tendant à faire sortir les graines de la « dormance », nous avons déjà signalé ce phénomène (1).

En somme, cette espèce bénéficie considérablement d'un traitement par le froid, tant au point de vue de la croissance qu'à celui de la reproduction, et même, vraisemblablement, de la production des graines. Ceci pourrait présenter un intérêt, car cette espèce est cultivée en Provence pour la production de ses graines destinées à l'usage pharmaceutique. De plus, le froid favorise la germination qui, chez les témoins, est toujours extrêmement capricieuse.

AGERATUM DU MEXIQUE

Cette composée (*Ageratum Mexicanum* Sims), cultivée pour ses fleurs, fut semée le 5 mai 1950 après trente-cinq jours de traitement. Elle fleurit le 28 juillet, quatorze jours avant le témoin (11 août). En outre, la hauteur des sujets traités fut supérieure à celle des témoins (49 cm. et 33 cm.).

Cette plante bénéficie donc d'un traitement par le froid autant pour sa taille que pour la floraison.

TOURNESOL

D'après Ivanov (1934), le traitement par le froid de jeunes plantes de Tournesol (*Helianthus annuus* L.) en pots provoquerait un retard à la floraison. Nous avons voulu déterminer l'effet du froid appliqué aux semences en germination.

---

(1) R. David et J. Séchet, Comm. *Soc. Linn. Bordeaux*, 10 jan. 1951; *La terre d'Oc*, fév. 1951, 54.

Les akènes sont mis à germer avec 60 % de leur poids d'eau pendant trois jours, la radicule atteint alors 2 mm. de longueur, après un mois de traitement elle atteint de 15 à 25 mm. de longueur.

Après le semis, la sortie de terre des plantules traitées est plus précoce. La printanisation affecte aussi la croissance qui se déroule plus rapidement, la hauteur définitive des plantes printanisées est supérieure à celle des témoins. On peut observer aussi un accroissement du nombre et de la surface des feuilles (figure 37). Le diamètre des tiges est plus grand chez les plantes traitées; c'est ainsi que le 20 août,

T. P. 59

FIGURE 37.
Photographies de feuilles de Tournesol recueillies le 5 août sur des plantes semées le 7 avril 1948.

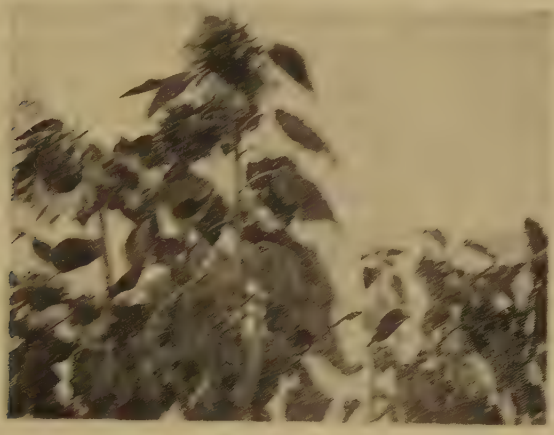
dans le semis du 5 mai 1948, les mesures effectuées à 40 cm. du sol donnaient les moyennes suivantes : P. : 15,5 et T. : 10,75 mm.

Le froid agissant sur les semences en germination entraîne, dans la majorité des cas, une plus grande précocité de floraison (tableau XXVII et figure 38). Les avances sont importantes dans les semis pratiqués jusqu'au début du mois de mai. Les semis de juin ne tirent aucun bénéfice du traitement au point de vue de la floraison, tandis que les avances reparaissent dans ceux de juillet. Il convient de noter ici que c'est à partir des semis pratiqués pendant les jours les plus longs de l'année que la printanisation n'a plus d'effet; il est permis de supposer que cette longue durée d'éclaire-

Date des semis	Traitement	Floraison
21 mars 1947 »	P. 37 T.	11 juin 24 juin
9 février 1948	T.	16 juin
12 mars 1948 »	P. 34 T.	7 juillet 22 juillet
26 mars 1948 »	P. 48 T.	22 juillet 5 août
7 avril 1948 »	P. 59 T.	7 juillet 27 juillet
5 mai 1948 » »	P. 87 P. 30 T.	30 juillet 6 août 31 août
2 juin 1948 »	P. 17 T.	10 septembre »
9 juin 1948 » » »	P. 65 P. 25 P. 4 T.	15 septembre » » »
23 juin 1948 » » »	P. 79 P. 39 P. 18 T.	15 septembre » » »
9 juillet 1948 » »	P. 54 P. 34 T.	23 septembre » 29 septembre
29 juillet 1948 » »	P. 56 P. 12 T.	6 octobre 29 septembre »

TABLEAU XXVII. — *Dates de floraison des semis de Tournesol.*

aussi favorise la formation des petits bourgeons, par suite il se substitue à eux à l'époque avec les précédents. Cette remarque peut surprendre, car le Tournesol est souvent considéré comme une plante de jour court.

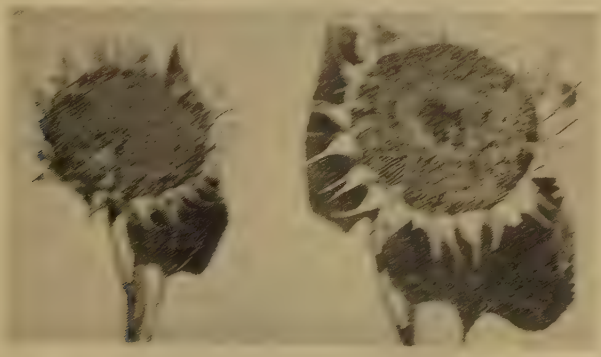


P. 58 T.

Figure 57

Tournesol semé le 7 avril 1948, photographié prise le 21 juillet.

Le diamètre des capitules augmente chez les plantes traitées (figure 58) : le 5 août, dans le semis du 7 avril 1948, les



T. P. 59

Figure 58

Photographie des capitules de Tournesol, prise le 5 août au moment de la formation des fruits. Semis du 7 avril 1948.

capitules ont de 8 à 11 cm. de diamètre chez les plantes témoins, et de 11 à 17 cm. chez les plantes traitées. Par voie de conséquence, leur poids est plus élevé, ainsi que le poids des akènes produits (45 gr. par capitule dans le lot printanisé et 16 gr. dans le lot témoin).

Le Tournesol réagit donc favorablement lorsqu'on traite les akènes en germination par le froid. Il en résulte un plus grand développement des parties végétatives, une avance à la floraison si les semis ne sont pas pratiqués pendant les jours les plus longs de l'année. La productivité est aussi augmentée par le traitement.

GAILLARDE

Cette autre composée (*Gaillardia pulchella* Foug.) traitée pendant quarante jours et semée le 12 mai 1950, fleurit le 18 juillet, quatorze jours plus tôt que le témoin. La hauteur est nettement supérieure chez les plantes du lot traité.

ŒILLET D'INDE

P. 40 T.

FIGURE 40.

Œillets d'Inde photographiés le 25 août (Semis du 5 mai 1950).

Chez cette espèce (*Tagetes patula* L. var.) semée le 5 mai 1950, un traitement de trente-six jours par le froid avance de quatre à cinq jours la date de la floraison, provoque une ramification plus importante des tiges et une augmentation de taille (figure 40), enfin, les plantes du lot P. 36 atteignent 44 cm., tandis que celles du lot T. n'ont que 34 cm. au maximum.

CONCLUSIONS

Toutes les espèces signalées dans ce chapitre montrent encore l'influence favorable du traitement de printanisation sur les phénomènes de reproduction. Mais ici le froid ne fait qu'en améliorer le déroulement et entraîne une plus grande précocité, car les plantes non traitées parviennent tout de même à se reproduire malgré la tardiveté des semis.

Comme pour les plantes considérées au chapitre précédent, on assiste à une accélération des phénomènes de croissance chez les sujets printanisés, qui ont, pendant une grande partie de leur vie, une taille supérieure. Pour toutes les plantes qui « montent à graines », la taille demeure supérieure, mais pour les autres, deux cas peuvent se présenter : la formation des bourgeons floraux et la floraison coïncident avec un ralentissement net de la vitesse de croissance, tandis que les témoins, qui fleurissent plus tard, continuent à s'accroître et les dépassent, c'est le cas des Moutardes, des Lupins, des Pois...; ici les témoins ont donc une taille définitive supérieure, ce qui entraîne une augmentation de poids du système végétatif. Dans l'autre cas, la croissance se poursuit après la floraison et les plantes printanisées resteront plus hautes que leurs témoins, nous devons rappeler comme exemple le Pois de senteur, le Coriandre... Le système radiculaire apparaît en général plus réduit après le traitement quoique dans certains cas le phénomène soit inverse (Coriandre). La tubérisation des racines dans le cas du Radis est plus précoce et plus importante.

Les avances entraînées dans les phénomènes de reproduction varient avec la date du semis et la durée du traitement, mais pour de longues durées, elles diminuent et arri-

vent même à provoquer un retard. Toutes ces variations paraissent propres à chaque espèce. Ces avances déterminent un meilleur déroulement des étapes successives de la reproduction et entraînent une augmentation des rendements en fruits et en graines que nous avons montrée dans tous les cas où les mesures pouvaient être valablement effectuées.

Les fluctuations des avances enregistrées au cours des floraisons successives du Lupin semblent nous autoriser à émettre l'hypothèse de l'élaboration, au cours du séjour des graines au froid, d'une substance qui favoriserait le déclenchement des phénomènes de reproduction.

D'autre part, les graines issues de plantes printanisées semées ultérieurement ont produit des sujets dont le comportement rappelle celui des parents (Orge de printemps, Cameline, Lupin, Pois chiche, Fèves), ce que nous avons appelé « effet rémanent de la printanisation ». Nous ne cherchons pas à généraliser ce comportement car, dans certains autres cas (Céréales d'hiver en particulier), nous ne sommes pas parvenu à des résultats semblables, c'est pourquoi nous nous abstenons d'adopter des conclusions qui seraient prématurées. Nous nous sommes borné à constater les faits et nous émettrons seulement des hypothèses nous paraissant raisonnables.

Pour toutes les plantes classées dans cette catégorie, le froid exerce donc une action nettement favorable sur les phénomènes de reproduction. Il n'existe pas pour chacune d'elles de grand besoin de froid, mais cependant, les améliorations provoquées par ce dernier sont parfois très importantes. A la vue de ces résultats, on pourrait penser que le froid favorise toujours le développement, en réalité, il est des cas où il n'entraîne pas de modification appréciable de la date de floraison, c'est ce que nous allons voir dans le chapitre suivant.

CHAPITRE IV

ACTION LIMITEE OU INDIFFERENTE DU FROID SUR LA REPRODUCTION

Dans cette catégorie, nous avons placé les plantes pour lesquelles la date de « mise à fleurs » ne semble nullement influencée par un traitement préalable. Cependant, comme nous le verrons, certaines d'entre elles ne restent pas totalement indifférentes puisqu'elles peuvent tirer un certain bénéfice des basses températures.

BLES DE PRINTEMPS

Nos expériences ont porté sur deux variétés de Blé de printemps Kolben II et Fylgia (1). Ces deux variétés ne présentent pratiquement aucun intérêt pour la printanisation. Les résultats sont très inconstants et, dans la majorité des cas, aucune différence nette n'apparaît.

La variété Kolben II se montre la plus indifférente au traitement. En 1947, une durée de printanisation de trente-trois jours appliquée à des grains semés le 16 avril a provoqué un retard important au dégagement des épis et à la floraison; le 24 juin, le lot témoin était en pleine floraison, tandis que, dans le lot printanisé, les épis commençaient à peine à se dégager. En 1948, un semis pratiqué le 20 avril,

(1) Des Etablissements Vilmorin.

après une printanisation de moindre durée (onze jours), a donné des plantes sensiblement équivalentes aux différentes étapes de la reproduction, mais les mesures effectuées après

		KOLBEN II		FYLGIA	
		P. 11	T.	P. 11	T.
	Hauteur définitive (en cm.)	73,1	82,8	76,8	76,0
Moyennes par pied	Tallage	1,4	2	1,9	2,2
	Poids total (en g.)	2,3	2,5	2,7	3,04
	Poids des tiges (en g.)	1,9	2,3	2,2	2,2
	Poids des épis (en g.)	0,75	1,11	1.7	1,65
	Poids des grains (en g.)	0,50	0,76	1,23	1,21
	Nombre d'épis	1,15	1,97	1,52	1,78
Poids moyen d'un épi (en g.)		0,65	0,56	1,14	0,90
Nombre moyen de grains par épi		17,1	16,9	22,2	20.7

Tableau XXVIII. — *Caractéristiques moyennes des plantes des deux variétés de Blé de printemps après la récolte* (1948).

la récolte et qui figurent dans le tableau XXVIII montrent les effets défavorables du traitement. Aucun des traitements appliqués en 1949 (P. 32) et en 1950 (P. 7 et P. 45) n'a pu conduire à d'autres conclusions qu'à vérifier les précédentes.

La variété Fylgia retire un très léger profit du traitement. En 1947, des grains traités pendant trente-trois jours, semés le 16 avril, donnent des plantes qui présentent une avance de deux ou trois jours à l'épiaison et à la floraison. En 1948, un semis du 17 mars (P. 39 et T.) montre une avance de trois à quatre jours à l'épiaison en faveur du lot printanisé; la largeur des feuilles est supérieure (P. : 20 à 22 mm.; T. : 14 à 15 mm.), mais ensuite leur taille et leur floraison sont identiques. La même année, onze jours de traitement, pour un semis du 20 avril, se traduisent par une avance de quelques jours dans les phénomènes de reproduction. Les moyennes effectuées après la récolte montrent le léger bénéfice engendré par le traitement (tableau XXVIII). En 1949 et 1950, ces résultats sont confirmés pour des traitements de sept, quarante-cinq et cinquante-trois jours. Il faut cependant signaler que Chouard (1949), étudiant cette variété, observe, pour un semis du 5 mai, après trente jours de printanisation, un retard de huit à dix jours.

Après les résultats obtenus avec les variétés d'Orge de printemps, en semant les grains récoltés sur des plantes printanisées, une tentative a été effectuée en 1949 pour déceler les effets possibles de la printanisation sur la génération suivante et, éventuellement, améliorer ses conséquences. Toutes les catégories de grains récoltés furent semées avec et sans traitement de printanisation. Mais, bien que nous soyons averti, nous n'avons pu déceler aucune différence certaine méritant d'être signalée.

Le comportement de ces variétés de Blé de printemps montre donc une réaction au traitement, soit nulle, soit faiblement favorable, mais, dans ce dernier cas, elle est inconstante. Ces résultats confirment ceux obtenus par de nombreux auteurs, en particulier Piescu (1933), Friedberg (1934), Wort (1939 et 1940), mais infirment celles de Van Hoek (1934) et de Konavalov et Frolova (1939).

OIGNON

Deux catégories d'essais ont été tentés sur l'Oignon (*Allium cepa*), une première sur de petits bulbes « à planter » d'Oignons de Mulhouse, une seconde sur des graines de deux variétés commerciales, l'Oignon blanc hâtif de Paris et l'Oignon blanc très hâtif de Vaugirard.

Printanisation des bulbes :

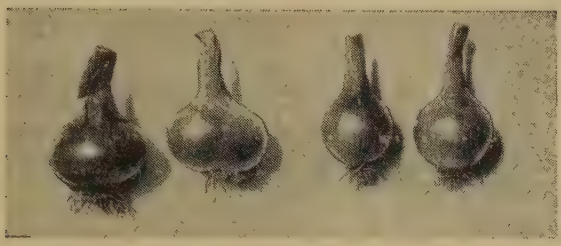
Les expériences furent entreprises en 1948 et reprises en 1949, suivant le mode opératoire utilisé pour les Tulipes.

En 1948, les semis ont été effectués les 18 février (P. 40 et T.), 12 mars (P. 32 et T.) et 7 avril (P. 58 et T.). Durant leur vie, les plantes traitées paraissent plus vigoureuses, elles possèdent en général un nombre de feuilles supérieur à celui de leurs témoins, et ces feuilles sont plus hautes, on note donc une plus grande importance des organes chlorophylliens. Nous devons cependant formuler des réserves pour

Date du semis	Traitement	Poids moyen des bulbes
18 février 1948	P. 40	114,25
»	T.	98,4
12 mars 1948	P. 32	68
»	T.	43,2
7 avril 1948	P. 58	53
»	T.	34,6

TABLEAU XXIX. — *Poids moyen des bulbes d'Oignon de Mulhouse à la récolte.*

le lot P. 58 du 7 avril, qui paraît souffrir d'un traitement trop prolongé. Toutes les plantes se sont desséchées sans produire de fleurs. A la récolte, les bulbes des plantes prin-



P. 41 T.

FIGURE 41.
Bulbes d'Oignon photographiés après la récolte.

tanisées ont un poids moyen supérieur à celui de leurs témoins (tableau XXIX et figure 41).

L'année suivante, les semis furent pratiqués le 19 janvier 1949 (P. 46 et T.) et le 23 mars 1949 (P. 111, P. 51, P. 19, P. 3 et T.). La durée de traitement paraissant la plus favorable est dix-neuf jours; dans le lot ainsi traité, le 19 juin, les plantes avaient dix à douze feuilles de 55 cm. de long, tandis que les témoins avaient huit à neuf feuilles de 45 cm. de long; à la même date, dans le lot P. 111, on ne voyait que sept feuilles de 50 cm. de long, et dans le lot P. 3, huit à dix feuilles de 50 à 52 cm. Ainsi, un traitement prolongé nuit au développement de l'appareil végétatif, mais un traitement de trois jours ne produit qu'un effet très léger. Ici encore, malgré l'action prolongée du froid, nous n'avons pu voir se former des fleurs, au contraire, le lot T. du 19 janvier donne 20 % de pieds qui fleurissent, tandis que le lot P. 46 n'en a que 10 %.

Ainsi, les petits bulbes d'Oignons de Mulhouse réagissent au traitement par le froid en produisant un feuillage plus important et des bulbes légèrement plus gros à la récolte, *mais aucun traitement n'est parvenu à favoriser le développement de la tige et la floraison.*

Printanisation des graines :

Les deux variétés considérées ont été traitées avec 60 % d'eau pendant soixante-deux jours en 1949 (semis le 27 avril) et pendant quatre-vingt-trois jours en 1950 (semis le 5 mai).

Nous avons seulement pu noter avec ces variétés, comme après traitement des bulbes, un léger accroissement du nombre des feuilles et de leur taille. Signalons toutefois que ces années-là, la chaleur et la sécheresse du terrain n'ont pas permis une culture normale de ces plantes.

De cette étude, nous pouvons conclure que le froid semble ne pas favoriser la reproduction de l'Oignon, mais qu'il améliore légèrement les phénomènes de croissance.

AIL

Le traitement par le froid des caieux isolés d'Ail (*Allium sativum*) a été effectué de la même façon que pour les Tulipes et les Oignons.

Les expériences ont été conduites pendant les années 1947 à 1949. Les plantations eurent lieu aux dates suivantes : 12 novembre 1947 (T. d'hiver), 18 février 1948 (P. 43 et T.), 12 mars 1948 (P. 67, P. 33 et T.), 24 novembre 1948 (T. d'hiver), 19 janvier 1949 (P. 46 et T.) et 23 mars 1949 (P. 111, P. 51, P. 19, P. 3 et T.).

Durant ces années, les constatations furent identiques. Le nombre des feuilles est plus élevé au début de la croissance chez les plantes traitées, leur longueur est également supérieure (tableau XXX). Lorsque la plantation a lieu précocement (janvier-février), le lot témoin rattrape le printanisé; si elle a lieu plus tardivement, le lot printanisé conserve ces améliorations par rapport au témoin. A la récolte, le poids moyen des bulbes varie peu et ne semble pas influencé par le froid. *Dans aucun cas nous n'avons pu observer de floraison,* l'Ail, que l'on voit très rarement fleurir (Bois, Coste) ne fleurit pas davantage après exposition des bulbes au froid.

Dates de plantation	Traitement	23 février	16 mars	26 mars	30 mars	13 avril	17 avril	22 avril	5 mai	12 mai	18 mai	1 juin	8 juin
12 nov. 47	T.			5 f. 38			9 f. 57		10 f. 62	10 f. 62	11 f 65	11 f. 65	
18 fév. 48	P. 43			5 f. 18			8 f. 37		8 f. 47	8 f. 55	9 f. 55		
18 fév. 48	T.			3 f. 15			6 f. 32		6 f. 45	6 f. 55	7 f. 55		
12 mars 48	P. 33			4 f. 7			6 f. 22		7 f. 32				
12 mars 48	T.			3 f. 5			5 f. 17		6 f. 30				
24 nov. 48	T.	3 f. 15	5 f. 22		6 f. 36	7 f. 47		8 f. 55	8 f. 60		9 f. 60	10 f. 65	
19 janv. 49	P. 46	2 f. 9	5 f. 20		5 f. 25	6 f. 42		7 f. 45	8 f. 45		8 f. 45	8 f. 50	8 f. 55

TABLEAU XXX. — *Caractéristiques des plantes d'Ail pendant la culture.*
(Nombre de feuilles (f.) et hauteur en cm.)

Dates de plantation	Traitement	23 février	16 mars	26 mars	30 mars	13 avril	17 avril	22 avril	5 mai	12 mai	18 mai	1 juin	8 juin
19 janv. 49	T.	2 f. —	4 f. 17		5 f. 22	5 f. 41		6 f. 42	7 f. 44		8 f. 45	8 f. 50	8 f. 55
23 mars 49	P. 111					5 f. 12		6 f. 27	8 f. 39		8 f. 40	8 f. 40	8 f. 40
23 mars 49	P. 31					4 f. 9		5 f. 27	6 f. 35		6 f. 35	6 f. 35	6 f. 35
»	P. 19					3 f. 9		4 f. 25	5 f. 27		5 f. 32	6 f. 36	6 f. 40
»	P. 3					3 f. 8		4 f. 21	6 f. 30		6 f. 30	6 f. 42	6 f. 42
»	T.					2 f. 7		3 f. 19	4 f. 27		5 f. 31	5 f. 40	5 f. 40

TABLEAU XXX. — *Caractéristiques des plantes d'Ail pendant la culture.*
(Suite) (Nombre de feuilles (f.) et hauteur en cm.)

Nous voyons donc que l'action du froid sur les bulbes d'Ail se traduit par une stimulation dans le développement des organes chlorophylliens, mais ne favorise pas la floraison.

ŒILLET

La variété « Œillet géant Enfant de Nice » (*Dianthus caryophyllus* L. var.) (1) est une plante vivace; lorsqu'on effectue le semis en mars-avril, elle fleurit de juin à octobre. Des graines printanisées pendant vingt-quatre jours et témoins, semées le 18 avril 1950, donnent des pieds qui fleurissent tous le 29 août la première année, et le 6 juin 1951, la deuxième année.

Des différences apparaissent dans la taille des plantes; dans le lot P. 24, la hauteur moyenne est de 54 cm., tandis qu'elle n'atteint que 36 cm. dans le lot témoin. Les pieds du lot printanisé sont beaucoup plus vigoureux, plus fournis en tiges et en fleurs, et les dimensions de ces dernières sont nettement supérieures (diamètre des fleurs, P. 24 : 60 mm.; T. : 35 mm.). En 1951, ces avantages persistaient.

Si le traitement par le froid n'apporte aucune amélioration dans la précocité de la floraison, il entraîne néanmoins une augmentation de vigueur des plantes (nombre de tiges et de fleurs et diamètre de ces dernières), ce qui paraît présenter un intérêt pratique.

HARICOT

Les différentes variétés de Haricots nains (Haricot hâtif des marchés, H. métis, H. supermétis) (1) ont été traitées pendant des durées très variables (de deux à cinquante jours) et semées en juin et juillet, c'est-à-dire à une période tardive pour la production de graines.

---

(1) Provenant des Etablissements Vilmorin.

Dans ces différents essais, nous avons constaté que les lots de grains traités donnent à la levée des semis plus clairsemés, que la taille des sujets printanisés était toujours inférieure à celle des témoins (figure 42), que les dates de floraison étaient les mêmes dans les deux cas, quel que fût le traitement. La croissance et la maturation des fruits se sont effectuées plus lentement après printanisation. Les mesures effec-

P. 13 T.

FIGURE 42.

Photographie de plantes de Haricots métis prise le 22 juillet (Semis du 2 juin 1948).

tuées après la récolte montrent que dans les lots de plantes printanisées, la longueur des gousses, le nombre de graines et leur poids sont nettement diminués.

Le traitement réduit la croissance mais ne provoque aucune avance à la floraison et diminue le rendement. Toutefois, nous avons noté une plus grande résistance des pieds printanisés à la sécheresse.

LIN

Le Lin, très étudié comme plante industrielle, présenterait, selon IVANOV (1934), un retard à la floraison de quatre à treize jours lorsqu'on traite de jeunes plantes en pot par le froid à des températures inférieures à 0°, mais la récolte serait augmentée de 14,1 % après onze jours de froid, et de 44 % après trente jours de froid. RZAVINTIN (1935), en faisant

agir des températures inférieures à 0°C. sur des sujets au « stade trois feuilles », note un retard de croissance et de floraison et une diminution de rendement; quelques variétés. cependant, ont subi une augmentation de rendement. Il nous a donc paru intéressant d'étudier l'action du froid sur ces graines en germination.

La variété expérimentée est *Linum usitatissimum* L. 10.045 Diadem du Jardin Botanique de Sacaven (Portugal). Notre étude s'est poursuivie en effectuant des semis en mars et avril, de 1947 à 1950.

Dans tous les cas, la croissance des lots printanisés accuse un certain retard et la taille définitive reste inférieure à celle des témoins.

La floraison s'effectue toujours à la même date dans tous les lots; après des traitements très différents (vingt à quatre-vingt-seize jours), les résultats sont identiques.

En étudiant les plantes après la récolte (tableau XXXI), on constate, chez les sujets printanisés, une diminution de la hauteur, une plus grande ramification (figure 43), ainsi

P. T.

FIGURE 43.

Photographie de plantes de Lin après la récolte (Semis du 22 mars 1948).

qu'une augmentation du poids des tiges. Les racines, plus courtes, ont un poids inférieur. L'augmentation du nombre des capsules semble être une conséquence de la plus grande

Date du semis	Traitement	Floraison	Hauteur	Poids des tiges	Longueur des racines	Poids des racines	Nombre de fruits	Poids des fruits	Poids des graines
23 mars 1948	P. 20	2 juin	53,8	0,85	6,2	0,11	12,5	0,69	0,50
»	T.	2 juin	58,20	0,50	8,6	0,13	9,2	0,60	0,45
7 avril 1948	P. 36	2 juin	51,6	2,1	5,4	0,2	15,3	3,33	2
»	T.	2 juin	57	0,79	6,1	0,2	16,7	1	0,69

Tableau XXXI. — *Caractéristiques concernant les semis de Lin de* 1948. (Dimensions en cm. et poids en g. pour une plante).

ramification des tiges; cette augmentation touche aussi leur poids et celui des graines qu'elles contiennent.

Les graines récoltées à partir du semis du 7 avril 1948 furent reprises en 1949 et semées le 27 avril, certaines après avoir subi un nouveau traitement de soixante-six jours; ces dernières ont fourni des résultats concordants : même date de floraison, accroissement des rendements après traitement (tableau XXXII). Il convient de remarquer que les rendements restent augmentés dans les lots semés sans traitement, ayant subi une printanisation l'année précédente (P.36-T. et T.-T.). Il faut cependant noter que le traitement appliqué deux années consécutives paraît sans effet sur le rendement (P.36-P.66 et P.36-T.), il y aurait même une influence légèrement défavorable par rapport aux pieds traités pour la première fois ou même aux témoins (P.36-P.66 et T.-P.66 ou T.-T.).

Ainsi, d'après nos expériences, le bénéfice que peut tirer le Lin de la printanisation (trente à soixante jours) est limité à la production des semences et des tiges, aucune avance

Traitement en 1948	Traitement en 1949	Hauteur	Longueur racines	Nombre de fruits	Poids des fruits	Poids des grains
P. 36	P. 66	41,7	6,11	8,29	0,56	0,36
P. 36	T.	50,5	6,62	9,17	0,54	0,37
T.	P. 66	54,6	6,03	12,45	0,8	0,5
T.	T.	56,8	7,07	8	0,39	0,26

TABLEAU XXXII. — *Moyennes obtenues pour une plante de Lin dans chacun des lots semés le 29 avril 1949 et qui ont fleuri le 18 juin.* (dimensions en cm., poids en g.).

dans les processus de floraison n'a pu être décelée, mais a aucun moment nous n'avons observé de retard dans ce phénomène.

CAPUCINE

La Capucine (*Tropaeolum majus* L.) ne paraît nullement bénéficier d'un traitement par le froid.

Le semis pratiqué le 16 mars 1950 comportait un lot P. 32 et un lot T. La croissance est identique dans les deux lots. L'apparition des boutons floraux et la floraison ont lieu exactement aux mêmes dates (20 et 26 mai).

DIGITALE

Les essais d'abord entrepris avec *Digitalis purpurea* en 1947 n'ayant donné aucun résultat, nous nous sommes alors adressé en 1950 à une autre espèce bisannuelle cultivée *Digitalis gloxinioides* var. (1).

Après un semis pratiqué le 18 avril 1950 avec des lots P. 71 et T., les plantes de ces deux catégories restent à l'état de rosette de feuilles la première année et fleurissent en même temps la seconde année, le 6 juin 1951. La hauteur définitive est moindre chez les plantes printanisées (65 cm.) que chez les témoins (82 cm.).

LAVANDE

Les graines de cette plante vivace (*Lavandula vera* D. C.) furent traitées avec 50 % de leur poids d'eau pendant douze mois et pendant quatre-vingt-dix-huit jours. Le semis effectué le 12 mai 1950 donna des plantes qui ne fleurissent pas la première année. La seconde année, la floraison fut générale autant dans les lots printanisés que dans le lot témoin et se produisit à la même date. Il fut impossible de noter la moindre différence aussi bien dans la taille que dans les détails de cette floraison.

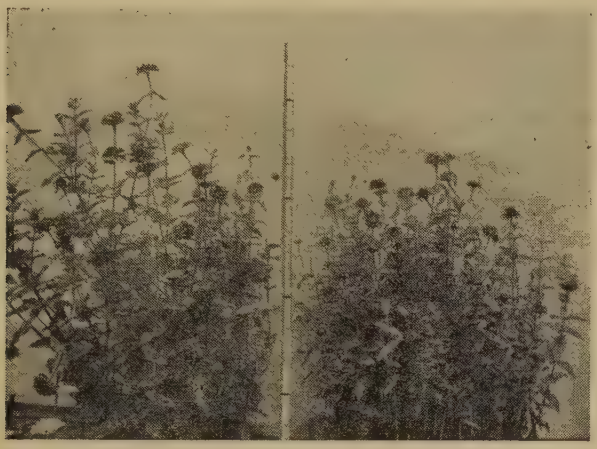
ZINNIA

Cette espèce (*Zinnia elegans* Jacq.) (1) est cultivée pour ses fleurs. Nous avons effectué des semis le 12 mai 1950 avec des lots P. 41 et T.

La floraison débute le 12 juillet dans les deux lots. A cette date, ils ont la même apparence, mais bientôt le lot P. 41 dépasse le lot T. : les P. 41 atteignent 82 cm. de hauteur moyenne et les T. 70 cm. seulement (figure 44); le diamètre des fleurs, de 8 cm. chez les P. 41, n'est que de 6 cm. chez

(1) Provenant des Etablissements Vilmorin.

les T. La ramification des tiges s'effectuant plus précocement chez les plantes P. 41, celles-ci deviennent vite plus importantes.



P. 41 T.

FIGURE 44.
Zinnias photographiés le 25 août (Semis du 12 mai 1950).

Le froid n'entraîne aucune modification de la reproduction mais provoque un accroissement de la masse végétative.

CONCLUSIONS

Les quelques espèces mentionnées ici ne paraissent pas bénéficer du traitement qu'elles ont subi quant aux dates de floraison. S'il a pu apparaître une fois un effet légèrement défavorable de la printanisation sur la reproduction (Blé de printemps Kolben II), la plupart d'entre elles réagissent favorablement mais d'une manière limitée aux basses températures. Cette amélioration porte sur la vigueur végétative (Ail, Oignon, Œillet, Zinnia), sur la production des tiges et des semences (Lin), sur la résistance à la sécheresse (Haricot), sur l'épiaison (Blé de printemps Fyl-

gia). En général l'amélioration intéresse surtout les phénomènes végétatifs, mis à part le Haricot qui accuse une réduction très nette. D'autres plantes se sont révélées totalement indifférentes, ce sont la Capucine, la Digitale plante bisannuelle et la Lavande plante vivace.

Avant de conclure d'une façon définitive, il conviendrait peut-être encore de considérer de plus près les conditions externes auxquelles sont soumises ces plantes.

Comme précédemment on assiste à la dissociation des phénomènes de croissance et de reproduction, malgré l'interaction, soulignée bien souvent, de ces phénomènes, on voit ici, dans quelques cas, qu'ils demeurent indépendants et qu'il n'existe pas nécessairement de bénéfice concomitant.

Cette diversité de comportement des espèces montre encore que, si le froid n'est pas toujours capable d'activer les phénomènes de reproduction, il peut néanmoins exercer une action favorable sur leur déroulement. Ceci indique qu'il peut entraîner des modifications dans le métabolisme général des plantes. Son action semble donc plus étendue qu'on n'avait pu le soupçonner tout d'abord.

RESUME ET CONCLUSIONS

Les expériences culturales poursuivies pendant plusieurs années sur de nombreuses espèces nous ont permis de classer les plantes selon l'influence exercée par le traitement de printanisation sur la reproduction.

C'est ainsi que nous avons été amené à distinguer les plantes chez lesquelles le froid exerce sur la reproduction une action :

— *déterminante :* c'est le cas des variétés d'hiver de céréales qui, semées au printemps, ne parviennent à se reproduire que si elles ont subi au préalable un traitement par le froid. Ce dernier, cependant, ne paraît pas indispensable, car des semis pratiqués au début du printemps, qui ne bénéficient donc pas des basses températures hivernales, sont parvenus à se reproduire.

— *favorisante :* la majorité des espèces peut être placée dans cette catégorie. L'exemple est fourni par la Moutarde ou le Lupin. Les plantes, même semées très tardivement, conservent la faculté de se reproduire, mais un traitement de printanisation permet d'obtenir une avance notable dans les phénomènes de reproduction.

— *limitée ou indifférente :* quelques plantes ne paraissent retirer qu'un bénéfice très limité du traitement par le froid, on peut même dire que pour certaines le bénéfice est inexistant, tel est le cas des variétés de Blé de printemps que nous avons étudiées.

La durée du traitement ne peut être définie d'une manière rigoureuse, elle varie avec l'espèce considérée et avec la date

du semis. Elle peut être d'autant plus grande que le semis est plus tardif. Les avances notées sont proportionnelles à sa durée, à condition qu'elle ne dépasse pas une limite supérieure au delà de laquelle on note au contraire un effet dépressif sur l'ensemble des phénomènes. La printanisation est donc un processus qui se déroule progressivement. Ceci nous a conduit à penser que les avances observées seraient dues à l'élaboration d'une substance qui s'effectuerait sous l'action des basses températures et qui serait proportionnelle à leur durée d'action, ce qui expliquerait la possibilité d'avances minimes, mais toutefois perceptibles, pour des durées très faibles de traitement.

Dans les cas favorables, le froid exerce d'abord une action sur les phénomènes de croissance, la vitalité des plantes semble accrue, l'accroissement en matière sèche est plus important; les feuilles sont plus larges et d'abord plus nombreuses, puis elles deviennent plus nombreuses chez les plantes témoins à un moment qui concorde avec le début des phénomènes de reproduction. Le système radiculaire n'est pas accru, nous avons même en certains cas constaté sa réduction; on ne peut donc attribuer les effets de la printanisation à une meilleure assimilation minérale résultant de la plus grande importance des racines.

Chez les plantes qui « montent à graines », la tige commence à s'accroître beaucoup plus tôt. Pour les céréales d'hiver, l'ébauche de l'épi n'apparaît pas avec une avance importante, c'est l'élongation du chaume qui bénéficie en premier lieu du traitement et pour laquelle les durées prolongées continuent à montrer une action favorable alors que les autres phénomènes accusent un effet dépressif. La taille définitive des plantes printanisées est en général supérieure à celle des témoins. L'effet majeur du froid se manifeste dans la précocité de la montée.

Chez les plantes qui « ne montent pas », c'est-à-dire dont l'élongation de la tige s'effectue progressivement depuis le début de la croissance, les ébauches florales apparaissent

plus tardivement et avec une avance parfois importante chez les sujets printanisés. L'accroissement de la tige est plus rapide après l'action du froid mais se trouve stoppé au moment de la floraison, si bien que les plantes témoins atteignent bien souvent une taille supérieure à celle des plantes printanisées. Dans certains cas cependant (Pois de senteur, Vesce), le phénomène est inverse, c'est dans le lot printanisé que les plantes sont plus hautes.

Après printanisation, le déroulement des étapes de la reproduction s'effectue normalement, l'accélération notée pour parvenir à la floraison semble, dans bien des cas, diminuer et les avances constatées à ce phénomène s'amoindrissent progressivement à chacune des étapes conduisant à la maturité. Nous voyons là une des causes de l'amélioration qualitative des produits. Dans tous les cas où nous avons pu effectuer des mesures quantitatives, un traitement convenable se traduisait par une amélioration parfois importante du rendement.

Les plantes rangées dans le troisième groupe (action limitée ou indifférente du froid sur la reproduction) ne semblent pas réagir, mais cependant, dans certains cas, il est encore possible d'observer un léger effet favorable sur certaines étapes de la croissance ou de la reproduction (augmentation des parties chlorophylliennes chez l'Ail, des semences et des tiges chez le Lin, de la taille des fleurs et des tiges chez le Zinnia et chez l'Œillet) ou même simplement une résistance plus marquée à la sécheresse, tel a été le cas du Haricot.

Cette étude nous a permis de constater la persistance des effets du traitement sur la génération suivante, phénomène qui a pu être observé par la suite sur un plus grand nombre d'espèces (Orge de printemps, Cameline, Lupin, Pois chiche, Fève). Les plantes issues de semences récoltées sur des pieds printanisés ont présenté un comportement analogue a ces derniers, alors qu'elles n'avaient elles-mêmes subi aucun traitement. Cet effet a pu être observé plusieurs années consécutives, mais il s'atténue progressivement. Ce mode de

comportement ne peut être généralisé, car dans d'autres cas on a abouti à des échecs (céréales d'hiver par exemple).

Toutes ces expériences conduites en plein air n'ont pas permis d'établir la part qui revenait à l'induction photopériodique dans la reproduction; on sait le rôle primordial joué par la lumière dans ce phénomène, aussi nous faudra-t-il, avant de formuler hypothèses et conclusions, examiner l'action de ce facteur en liaison avec le traitement thermique.

DEUXIEME PARTIE

LE ROLE DE LA PRINTANISATION DANS LE DETERMINISME DE LA REPRODUCTION

L'étude du comportement des plantes printanisées effectuée sur de nombreuses espèces, en faisant varier les durées de traitement ou les dates de semis, se montre insuffisante pour parvenir à déterminer les causes entraînant une amélioration du déroulement de la reproduction. Il convenait donc d'essayer d'élucider cette question en utilisant des techniques cytologiques, biologiques et chimiques. Ainsi nous avons voulu rechercher les mécanismes de la printanisation en étudiant plus particulièrement les modifications entraînées dans les semences par le traitement. Puis nous avons essayé de déterminer la part qui revient au traitement et celle qui doit être attribuée aux autres facteurs externes (température et lumière) agissant pendant la vie des plantes en pleine terre.

CHAPITRE PREMIER

ETUDE DU MECANISME DE LA PRINTANISATION

Pour élucider la question du mécanisme de la printanisation, diverses techniques biologiques s'offrent au chercheur.

Afin de déterminer les modifications apportées dans les semences par la printanisation, nous avons tout d'abord recherché l'action des différents facteurs, autres que la température, agissant au cours du traitement (teneur en eau. atmosphère, lumière). Puis il fallait, en premier lieu, situer le siège des phénomènes biologiques déterminant l'état d printanisation. Alors seulement pouvaient être tentées les recherches en vue de préciser les modifications causales de cet état. Ces modifications pouvaient, entre autres, être de nature cytologique ou biochimique, ce sont elles qui ont ensuite retenu notre attention. Il restait encore un domaine où les recherches demeurent malaisées, parce que peu poursuivies dans le règne végétal : c'est celui des vitamines et hormones; nous avons quand même essayé de savoir quel peut être le rôle de certaines de ces substances.

EXPERIMENTATION PAR LES TECHNIQUES BIOLOGIQUES

L'expérimentation sur les semences en germination se montre délicate parce qu'elle demande, après toute intervention, leur maintien pendant une durée d'environ un mois dans des conditions spéciales qui viennent porter plus ou

moins atteinte à leur vitalité. Nous sommes cependant parvenu à ce résultat en étudiant l'influence des facteurs agissant pendant le traitement (eau, atmosphère, lumière) et en effectuant des expériences de chirurgie fine en vue de localiser les phénomènes de printanisation.

1. *Influence de la teneur en eau.*

Cette étude comportera deux séries d'expériences. Tout d'abord, des semences seront soumises à différentes températures sans humidification préalable; ensuite, d'autres semences printanisées à une même température recevront des quantités d'eau variables.

a) Teneur en eau normale des semences.

La pratique de la printanisation exige que les graines soient aussi peu humidifiées que possible afin d'éviter une croissance excessive de la plantule qui serait gênante pour le semis. Cette nécessité de réduire la quantité d'eau fournie aux semences nous a conduit à essayer de les traiter sans addition d'eau. Nous avons pu, en outre, dans ce cas, essayer diverses températures. La faible quantité d'eau existant normalement dans les graines permet de faire agir des températures extrêmes sans risque pour la vie de l'embryon.

Nous avons donc soumis des semences des variétés d'hiver précédemment étudiées d'Avoine, de Blé, d'Orge et de Seigle, à des températures de — 10°C., + 2°C., + 37°C et 55°C., pendant des temps variant de sept jours à deux cent vingt-quatre jours. Les semis pratiqués à des dates différentes s'échelonnaient de novembre à avril pendant les années 1947 à 1950.

Les résultats obtenus montrent que les températures de — 10°C. et + 2°C. ne modifient pratiquement pas la croissance ni la reproduction. Quant aux autres températures, elles n'entraînent que des effets défavorables, d'autant plus marqués qu'elles sont plus élevées ou que leur action est plus prolongée. Selon l'importance de chacun de ces facteurs, on peut noter, soit un simple retard dans la croissance et dans les phénomènes de reproduction, soit une incapacité

de « monter », soit enfin la mort des embryons. Des mesures effectuées après la récolte sur un semis d'Orge carrée d'hiver (tableau XXXIII) montrent que la température de 25°

	Grains exposés 91 jours à :			
	— 10°	+ 25°	+ 37°	+ 55°
Hauteur d'un chaume, cm.	82,13	74,25	66,96	60,80
Tallage.	2,42	2,52	1,92	2,78
Poids de la paille, g.	5	7	6,5	3,6
Poids des épis, g.	1,56	2,12	1,32	1,6
Poids d'un épi, g.	1	1,29	0,97	1,2
Longueur d'un épi, cm.	5,75	6,51	6,23	6,22
Poids des grains, g.	1,06	1,87	1,04	1,08
% d'épis non fructifiés.	19	8	14,7	32

Tableau XXXIII. — *Caractéristiques moyennes calculées pour une plante d'Orge carrée d'hiver.*

Semis du 4 février 1948 *des grains soumis pendant* 91 *jours à des températures différentes.*

est la moins défavorable, c'est en effet celle qui se rapproche le plus de la température habituelle de conservation des grains.

Nous pouvons donc conclure que l'efficacité du traitement par le froid nécessite l'état de vie active des embryons et que l'état « printanisé » dépend d'un phénomène vital. Il est impossible de printaniser des grains en état de vie ralentie. En 1948, Marchand a insisté sur le fait que les graines doivent commencer à germer pour pouvoir être printanisées, il signale l'absence de résultats lorsque 3,4 % seulement des grains de Blé Vilmorin 23 ont germé.

b) Teneur en eau variable.

Sachant que la teneur normale en eau de la semence est insuffisante pour permettre l'accomplissement des phénomènes de printanisation, il importait de déterminer l'effet produit par l'eau fournie avant le traitement. On sait que l'eau conditionne tous les phénomènes biologiques, aussi devions-nous attendre de cette expérimentation de précieux éclaircissements.

Ces expériences furent effectuées avec le Blé Vilmorin 27 et l'Orge carrée d'hiver. Le traitement comportait un début de germination des semences en présence de quantités d'eau variables, suivi de l'action du froid. Pendant cette germination préalable, la quantité fournie aux semences variait de 15 % à 100 % de leur poids frais, quantité qu'elles absorbaient en deux jours durant lesquels les grains étaient brassés dix à douze fois. Dans ces conditions, le développement des plantules était proportionnel à la quantité d'eau fournie. Les grains placés en chambre froide y étaient maintenus pendant des durées variables.

En comparant les dates caractéristiques figurant dans le tableau XXXIV, l'importance de la quantité d'eau mise à la disposition des semences apparaît nettement. Pour une durée de traitement donnée, la précocité dans les phénomènes de reproduction est d'autant plus grande que la quantité d'eau fournie est plus importante. Une réserve doit cependant être faite pour les très fortes quantités (100 % et 90 %), qui montrent parfois moins d'efficacité qu'une quantité inférieure mais toutefois encore élevée (60 %). Il faut dans ce cas considérer également la durée du traitement,

Date du semis	Traitement		Dates de		
	% eau	Durée	Début de montée	Epiaison	Floraison
BLE VILMORIN :					
4 mai 1949	100	P. 61	10 juin	1 juillet	10 juillet
»	60	P. 61	10 juin	1 juillet	15 juillet
»	35	P. 61	13 juin	10 juillet	15 juillet
»	100	P. 30	1 juillet	15 juillet	26 juillet
»	60	P. 30	10 juillet	—	—
»	35	P. 30	—	—	—
		T.	—	—	—
31 mars 1950	90	P. 57	15 mai	20 juin	30 juin
»	90	P. 7	—	—	—
»	60	P. 60	10 mai	18 juin	22 juin
»	60	P. 25	26 mai	22 juin	30 juin
»	60	P. 7	—	—	—
»	30	P. 60	2 juin	20 juin	—
»	30	P. 25	22 juin	2 juillet	12 juillet
»	30	P. 7	—	—	—
»	15	P. 25	—	—	—
»	15	P. 7	—	—	—
		T.	—	—	—
ORGE CARREE D'HIVER					
22 avril 1949	100	P. 58	13 juin	15 juillet	22 juillet
»	60	P. 58	5 juin	24 juin	29 juin
»	35	P. 58	8 juin	24 juin	5 juillet
»	100	P. 32	8 juin	1 juillet	10 juillet
»	60	P. 32	10 juin	1 juillet	12 juillet
»	35	P. 32	11 juin	1 juillet	12 juillet
»		T.	—	—	—
31 mars 1950	90	P. 50	10 juin	20 juin	1 juillet
»	60	P. 50	26 mai	15 juin	22 juin
»	30	P. 50	4 juin	22 juin	18 juillet
»	60	P. 25	15 juin	10 juillet	20 juillet
»	30	P. 25	22 juin	12 juillet	25 juillet
»	15	P. 25	—	—	—
»	90	P. 7	20 juin	10 juillet	15 juillet
»	60	P. 7	15 juin	12 juillet	20 juillet
»	30	P. 9	22 juin	12 juillet	—
		T.	—	—	—

TABLEAU XXXIV. — *Printanisation et quantité d'eau. Dates caractéristiques relevées au cours de la vie des plantes.*

c'est la quantité d'eau très élevée associée au traitement prolongé qui est néfaste plutôt que la seule quantité d'eau. Un traitement de durée normale (vingt-cinq à trente-deux jours) avec des quantités d'eau élevées provoque encore un avantage, tandis qu'un traitement plus prolongé (cinquante à soixante et un jours) en réduit les bienfaits. Si au contraire l'eau est fournie en quantité réduite, les avances diminuent et il semble que 15 % d'eau ne produisent aucun effet, de même que les fortes proportions d'eau avec un traitement écourté.

Ces remarques conduisent à considérer que les deux facteurs froid et humidité sont nécessaires, qu'un effet dépressif peut être obtenu plus vite si on augmente la quantité d'eau et qu'aucun des facteurs isolés ne permet d'atteindre le but désiré.

L'examen des moyennes calculées après la récolte du Blé Vilmorin 27 semé le 31 mars 1950 (tableau XXXV) apporte encore quelques précisions. Les pourcentages de pieds montés et d'épis fécondés sont nettement améliorés par un accroissement de la quantité d'eau tandis que l'augmentation de durée du traitement a un effet moindre. Les autres résultats du tableau montrent que l'addition d'eau stimule le dégagement des épis et favorise la formation des fruits. On pourrait supposer que, lorsque la quantité d'eau augmente, les grains ont plus de chances de disposer chacun de l'humidité maximum et de tous bénéficier du froid, ici il faut rejeter cette supposition car, dans tous les cas, les semences furent brassées très souvent, assurant ainsi une humidification très homogène.

Ces observations montrent le rôle primordial joué par l'eau et confirment la conclusion précédente que la printanisation résulte de phénomènes biologiques qui se déroulent à basse température. L'augmentation de la durée du traitement ou de la quantité d'eau fournie aux semences concourent vers un même résultat : faciliter et avancer les phénomènes de reproduction. Lorsque ces deux facteurs augmentent en même temps, un effet dépressif se fait sentir plus précocement, dû vraisemblablement à l'activation des

Traitement		Pourcentage		Moyennes établies pour une plante				
% eau	Durée	des pieds montés	des pieds fécondés	Hauteur en cm.	Tallage	Epis fécondés	Epis non fécondés	Epis non dégagés
90	P. 50	100	85,7	68,5	2,7	2,3	0,4	0
60	P. 50	98	78,4	65,7	2,8	2,3	0,5	0,07
30	P. 50	54,5	84,6	62,3	2,3	0,5	0,8	0,16
60	P. 25	100	52,1	67,1	1,7	0,85	0,57	0,55
30	P. 25	40,7	25	58,2	1,45	0,36	0,63	0,48

Tableau XXXV. — *Caractéristiques des plantes de Blé Vilmorin 27 obtenues à partir des semis du 31 mars 1950.*

phénomènes biologiques internes par une plus grande quantité d'eau. Il y a donc, comme dans beaucoup de phénomènes biologiques, une question de seuil pour la quantité d'eau à fournir. Une autre conclusion s'impose, on pourrait interpréter les effets du traitement de printanisation comme résultant d'une croissance ralentie pendant une germination presque bloquée; au contraire, c'est le froid seul qui agit puisque, lorsqu'on « accélère » le métabolisme et la croissance par une quantité d'eau supérieure, on améliore les effets du traitement.

Une étude similaire sur les variations d'intensité des facteurs de printanisation effectuée par Zerling et Cepikova (1935) ne montrait que partiellement les effets de l'augmentation de l'humidité fournie aux semences, car les facteurs

durée de traitement et humidité parvenaient bien plus vite à déterminer un effet dépressif avec les graminées fourragères considérées.

Ces expériences nous amènent à penser que la croissance de la plantule et le degré de printanisation sont en étroite dépendance, contrairement à Purvis (1944), qui constatait que ces deux états influencés par les sucres fournis lors de la printanisation d'embryons isolés restaient indépendants l'un de l'autre.

2. *Rôle de l'atmosphère.*

Le traitement de printanisation normal se déroule en présence d'air, à chaque brassage des semences l'atmosphère est renouvelée. Déjà Gregory et Purvis (1937) avaient tenté sans succès de printaniser des grains de Seigle dans une atmosphère d'azote. Afin d'apprécier la nécessité de l'oxygène et d'essayer de limiter la croissance des plantules, nous avons expérimenté en atmosphère raréfiée, confinée ou de composition déterminée.

Dans une première série d'expériences, les grains de Blé germés furent enfermés dans des tubes à essais hermétiquement clos (figure 45); dans certains, on avait fait un vide

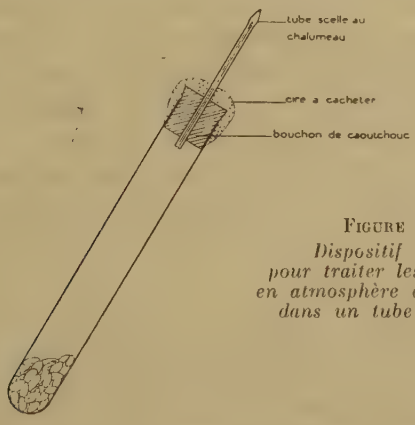


Figure 45.
Dispositif utilisé pour traiter les semences en atmosphère conditionnée dans un tube à essais.

partiel (la pression gazeuse à l'intérieur était de 20 à 40 cm. de mercure), tandis que, dans les autres, on laissait l'air à la pression normale. Les témoins étaient enfermés dans un

même tube à essais obturé par du papier cristal permettant une aération périodique. Après trente-deux jours de réfrigération, les semis furent pratiqués le 11 avril. Seules les plantes provenant de grains printanisés dans des tubes avec renouvellement d'air ont monté normalement; celles qui provenaient de grains traités en présence d'air à la pression normale en tube clos amorcèrent seulement la montée, tandis que les autres, printanisés en atmosphère raréfiée, donnèrent des plantes dont le pourcentage de levée fut très faible et qui restèrent acaules. L'air est donc nécessaire, les phénomènes de printanisation ne se déroulent normalement que lorsque l'air a été fourni en quantité suffisante.

Une deuxième série d'expériences effectuées avec des graines de Lupin blanc printanisées en suivant le même mode opératoire, mais en atmosphère d'oxygène ou de gaz carbonique purs et non renouvelés montra que l'oxygène pur provoque une débilité des plantes, qui fleurissent avec un retard d'un mois, tandis que celles qui sont traitées en atmosphère de gaz carbonique ont un comportement à peu près normal, mais ne présentent aucune avance à la floraison par rapport aux témoins. L'oxygène pur se montre donc plus déprimant, ce qui ne peut surprendre, vue sa toxicité (1); comme aucune amélioration ne peut être notée avec le gaz carbonique pur, il est permis de penser que les plantules s'y maintiennent en état de vie latente et se comportent ensuite comme les témoins, leur métabolisme étant sans doute trop réduit pour qu'il y ait asphyxie.

Il résulte de ces expériences que la printanisation est la conséquence de phénomènes métaboliques se déroulant en aérobiose.

3. *Action de la lumière.*

Certains auteurs russes conseillent d'effectuer le traitement à l'obscurité relative. Aussi nous avons voulu connaître les effets produits par la lumière appliquée pendant le traitement.

(1) Johannsen a constaté l'altération des plantes mises en atmosphère d'oxygène pur pendant une période prolongée.

Le dispositif expérimental comportait tout d'abord une lampe à incandescence placée à 20 cm. environ au-dessus de boîtes de Pétri contenant les semences étalées en une seule couche. Afin d'obtenir un éclairement homogène, un verre dépoli était placé entre l'ampoule et les récipients, ce verre contribuait en outre à éliminer les effets calorifiques de l'ampoule. Le tout était disposé près de l'évaporateur de la chambre froide, ce qui permettait de neutraliser le chauffage de la lampe et de maintenir les boîtes de Pétri à la température d'environ 2°C. Ce dispositif n'ayant pas entraîné de résultats très nets, nous l'avons complété les années suivantes en adjoignant aux lampes à incandescence des tubes luminescents « type lumière du jour » de Claude Paz et Silva. Les lampes à incandescence fournissent une lumière dont l'ensemble des radiations se trouve situé vers la partie rouge du spectre, elles sont utilement complétées par la lumière des tubes luminescents qui s'étend surtout vers la région violette du spectre.

Les essais effectués avec la seconde méthode d'éclairage ont fourni des indications intéressantes. Des semences d'Avoine grise d'hiver, de Blé Vilmorin 27 et d'Orge carrée d'hiver traitées pendant soixante-six jours, les unes en lumière continue, les autres à l'obscurité, et semées le 28 mars donnèrent des plantes qui accusaient une légère avance à la montée et aux phénomènes de reproduction après le traitement en lumière continue. A la même date furent semés des lots de grains de Blé Vilmorin 27 printanisés pendant cinq semaines et exposés à la lumière pendant une à cinq semaines en réalisant toutes les combinaisons possibles de traitement. La plus grande précocité de montée, d'épiaison et de floraison s'observe dans les lots exposés à la lumière et particulièrement dans ceux qui le furent au cours des dernières semaines. Le pourcentage des épis fécondés est augmenté après traitement à la lumière, il est de 76,2 % pour quatre semaines de lumière, 75,6 % pour trois semaines, 68,5 % pour deux semaines, 63,1 % pour une semaine et 55,7 % pour un traitement à l'obscurité totale. Le nombre moyen d'épis non dégagés par pied diminue à mesure que

les plantules sont exposées plus longtemps à la lumière, tandis que le nombre moyen des épis fécondés augmente. En comparant les résultats pour chaque lot, on voit que la lumière est plus active en fin de traitement qu'au début. Cette constatation mérite d'être rapprochée de l'état des grains en cours de traitement, les plantules se développant légèrement, leur réceptivité à la lumière augmente et elles deviennent plus vite chlorophylliennes.

Des expériences similaires furent reprises avec le Lupin blanc. Les semis furent effectués les 5 mai (P. 42 et T.) et 12 juillet (P. 110, P. 70, P. 19 et T); les résultats ont varié suivant les semis, la lumière entraîne un retard de six jours à la floraison dans le premier semis, dans le second le traitement par la lumière ne donne aucun résultat net. Dans tous les cas, la hauteur des tiges est supérieure après traitement en lumière. L'incertitude des résultats avec le Lupin blanc nous paraît provenir du fait que le traitement est appliqué à des graines en début de germination où seule la radicule émerge des téguments. Durant le traitement, l'axe hypocotylé se dégage plus ou moins et reste le seul organe sensible à la lumière, la gemmule restant emprisonnée entre les cotylédons qui sont eux-mêmes recouverts par les téguments formant un écran au parenchyme cotylédonnaire; ce dernier, comme on le sait, devient chlorophyllien au moment de la levée. C'est pour cette raison que le Lupin, malgré l'intérêt que présente sa printanisation, fut abandonné pour cette expérimentation.

Les résultats déjà obtenus, d'une part en augmentant la quantité d'eau fournie aux semences, ce qui permet un développement plus grand des plantules, et d'autre part en faisant agir la lumière sur les semences en cours de traitement, nous ont amené, en 1951, à combiner ces deux modalités afin d'accroître les effets produits par la lumière.

Les quantités d'eau fournies aux grains furent de 90, 60 et 30 % de leur poids. Après un traitement par le froid appliqué pendant trente-cinq jours soit à l'obscurité, soit en lumière continue, les grains furent semés le 30 mars 1951. Comme nous l'avons déjà noté, la floraison est avancée

quand on fournit beaucoup d'eau pendant le traitement. Pour une même quantité d'eau, elle est plus précoce en lumière continue et l'effet est plus marqué lorsque l'eau a été administrée en plus grande abondance, c'est-à-dire lorsque les plantules étaient plus développées.

En effectuant l'étude détaillée des pieds récoltés, on obtient les résultats moyens figurant dans le tableau XXXVI. Ces nombres permettent d'apprécier les effets du traitement

Printanisation		Caractéristiques moyennes pour une plante							Poids de 100 grains
	% d'eau	Hauteur	Tallage	Nombre d'épis	Nombre d'épis fécondés	Nombre d'épis non fécondés	Nombre d'épis non dégagés	Poids des grains	
Lumière	90 %	58,6	1,8	1,39	**1,31**	0	0,08	**0,52**	3,61
Obscurité	90 %	59,8	2,5	1,71	1,38	0,05	0,33	**0,34**	3,08
Lumière	60 %	57,4	2,8	1,86	**1,21**	0,42	0,19	0,28	3,32
Obscurité	60 %	58,6	3,5	2,58	1,95	0,41	0,24	0,28	2,82
Lumière	30 %	54,2	2,3	1,72	1,31	0,23	0,28	**0,25**	3,22
Obscurité	30 %	55,8	2,8	2,11	1,40	**0,28**	0,45	**0,15**	2,72

Tableau XXXVI. — *Action de la lumière pendant la printanisation. Caractéristiques moyennes établies au moment de la récolte pour une plante de Blé Vilmorin 27 cultivée après trente-cinq jours de printanisation.*
(Taille en cm. Poids en g.)

à la lumière par rapport à celui appliqué à l'obscurité. La hauteur des plantes, le tallage, le nombre d'épis (conséquence du tallage), le nombre d'épis fécondés sont inférieurs dans le cas de printanisation en présence de lumière. Il faut considérer que ces diminutions paraissent être une conséquence de la précocité de la reproduction qui limite le

développement végétatif. Par contre, la reproduction se trouve améliorée (nombre inférieur d'épis non fécondés et non dégagés), le rendement en grains par pied et le poids moyen des grains s'avèrent également supérieurs.

Ici nous avons la preuve que la lumière et la température peuvent être actives en même temps. Si la lumière a paru, aux précédents expérimentateurs, n'avoir aucun effet, cela tient vaisemblablement au trop faible développement des plantules mises en expérience alors qu'elles ne possédaient pas suffisamment de tissus exposés à la lumière.

Etant donnés la précocité et les rendements obtenus nous sommes fondé à conclure, au contraire, que la lumière intervient favorablement dans le métabolisme de la printanisation, ajoutons seulement qu'il s'agit d'une lumière ménagée dont l'intensité est inférieure à la lumière naturelle des jours ensoleillés du printemps.

4. *Localisation des phénomènes de printanisation dans les semences.*

Les expériences effectuées sur les semences entières n'apportant pas de résultats suffisamment explicites sur les phénomènes intimes de la printanisation, il convenait de pour-

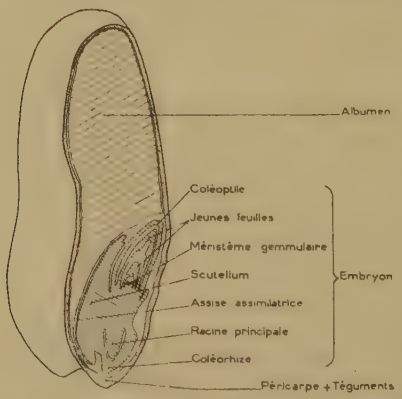


FIGURE 46.
Coupe schématique d'un caryopse de blé.

suivre l'expérimentation dans une autre voie. Nous avons ainsi été amené à pratiquer des expériences de transplantation et de mutilation afin d'établir le lieu exact où se déroulent ces phénomènes et le rôle des différentes parties des

semences. Nous avons effectué ces opérations sur le grain de Blé (fig. 46). Nous tenterons d'établir successivement le rôle respectif de l'albumen et de l'embryon, celui du coléoptile, celui des premières feuilles et enfin celui des racines.

a) Rôle respectif de l'albumen et de l'embryon.

Gregory et Purvis (1936-1938) ont montré la possibilité de printaniser des embryons de Seigle isolés, maintenus sur des milieux nutritifs, à condition que des glucides leur soient fournis; d'autre part, Konovalov (1937) affirme que l'albumen ne joue aucun rôle dans la printanisation et intervient seulement comme source de réserves nutritives. En vue de préciser ces données et de rechercher si, durant le traitement, l'albumen est le siège de transformations capables à elles seules de conférer l'état printanisé, nous avons pratiqué des expériences de transplantation de différentes catégories d'embryons sur des albumens divers et des expériences de transplantation d'embryons sur des milieux composés pour les soumettre ensuite à l'action du froid. Pour cela, des grains de Blé d'hiver printanisés pendant un mois furent choisis ainsi que des grains de Blé d'hiver et de Blé de printemps germés à 23°C., parvenus au même état de développement apparent que les premiers.

— Transplantation d'embryons sur des albumens étrangers.

La transplantation était effectuée par simple juxtaposition entre deux éléments étrangers immédiatement après isolement d'avec les autres constituants du grain. Pendant les quelques jours suivant l'opération, les semences ainsi reconstituées, maintenues en atmosphère humide dans des boîtes de Pétri décelaient, par leur vitalité, la réussite de la transplantation. Seules celles qui témoignaient une vitalité normale, indiquant une bonne prise, furent semées en pots.

Le semis comportait cinq lots de grains, constitués de la manière suivante :

1. Embryon de Blé d'hiver P. 30 transplanté sur albumen de Blé d'hiver non traité.

2. Embryon de Blé d'hiver non printanisé transplanté sur albumen de Blé d'hiver P. 30.

3. Embryon de Blé d'hiver non printanisé transplanté sur albumen de Blé de printemps.

4. Semences entières de Blé d'hiver P. 30.

5. Semences entières de Blé d'hiver non traitées.

De tous ces lots, seuls les lots 1 et 4 montent et fructifient normalement, tous les autres restent acaules et se dessèchent. Il en résulte donc que seul l'embryon printanisé peut déterminer la montée. Ni l'albumen printanisé, ni l'albumen d'une variété de printemps ne permettent d'induire les phénomènes de reproduction.

Ces expériences montrent que le résultat des transformations déterminant l'aptitude à la reproduction est localisé dans l'embryon. L'albumen ne jouerait donc, après le traitement, aucun rôle primordial.

— Transplantation d'embryons sur des milieux variés avant le traitement.

Le rôle de l'embryon une fois établi, il restait à déterminer celui que pourrait jouer l'albumen au cours du traitement vis à vis de l'embryon lui-même.

Les milieux utilisés sont à base de farine de grains de Blé d'hiver, très finement moulue. Dans le fond d'un tube de culture, on met une couche de 2 à 3 cm. d'une solution de gélose peu concentrée, au-dessus de laquelle on dépose une couche de farine sèche de 2 à 3 cm. d'épaisseur. Le fond de gélose a pour but de constituer une réserve favorable d'humidité et d'exhausser le niveau où sera placé l'embryon, permettant ainsi une orientation plus facile. Le tout est bouché au coton, puis stérilisé. Pendant cette opération, la partie inférieure de la farine est hydratée mais la partie supérieure reste sèche. Au moment d'y déposer l'embryon, la farine est hydratée avec de l'eau bidistillée stérilisée. Les embryons sont prélevés sur des grains préalablement stérilisés pendant dix minutes dans une solution d'hypochlorite de chaux, puis mis aseptiquement à germer pendant quarante-huit heures. Les tubes placés en chambre froide y

sont maintenus quarante et un jours. Trois jours avant le semis qui a lieu le 8 mai 1948, les embryons sont replacés sur des albumens de grains gonflés pendant quarante-huit heures comme pour l'expérience précédente.

Les essais sont poursuivis avec de la farine traitée successivement par différents solvants usuels afin d'extraire chaque fois un groupe de composés déterminé. Les solvants successivement utilisés pour l'épuisement à froid sont l'éther de pétrole, l'éther sulfurique, l'alcool absolu, l'alcool à 70° et l'eau froide; après chaque extraction, le solvant est éliminé par évaporation dans le vide, puis on prélève une partie de la farine.

On constate que tous les lots se reproduisent plus ou moins tardivement. Seul le témoin non traité ne se reproduit pas. Il faut cependant signaler que les phénomènes de reproduction se déroulent à des dates différentes. Les témoins printanisés fleurissent les premiers, suivis à deux jours d'intervalle par les embryons traités sur farine entière; nous avons attribué ce retard au contact moins intime de l'embryon avec la farine qu'avec son albumen propre. Le lot traité sur de la farine épuisée seulement à l'éther de pétrole accuse un retard de sept jours. Dans les autres lots, les retards sont du même ordre avec cependant une tendance à s'accroître sans que cela corresponde à un appauvrissement plus marqué du milieu.

Ce retard provoqué par l'épuisement des farines à l'éther de pétrole pourrait être rapproché des observations microchimiques de David (1947) qui constate une utilisation accrue des réserves lipidiques de l'embryon au cours du traitement de printanisation, car l'éther de pétrole extrait du milieu les essences, huiles fixes, stérols, caroténoïdes et phosphoaminolipides. De plus Sironval (1950) observe une relation entre l'insaponifiable des feuilles de *Fragaria vesca* et la floraison qui se trouverait favorisée sous l'influence de cette substance.

Donc, conformément à ce que montrent Gregory et Purvis avec le Seigle Petkus, l'embryon seul suffit pour l'acquisition

des potentialités de reproduction, à condition toutefois qu'on lui fournisse des glucides; ici, ils sont constitués par l'amidon (le glucose et les holosides sont entraînés par l'alcool à 70°).

En conclusion, l'embryon est bien le lieu où se déroulent les phénomènes de printanisation, l'albumen joue seulement un rôle trophique. Parmi les substances qu'il faut fournir, seuls les glucides sont indispensables (Gregory et Purvis); toutes les autres, en particulier les substances solubles à l'éther de pétrole et contenues dans tout le grain, exercent une action favorable mais non déterminante sur les phénomènes de reproduction.

b) Rôle du coléoptile.

Les différents organes de l'embryon pouvant jouer un rôle prépondérant dans les phénomènes de printanisation, nous avons procédé à l'élimination de ceux dont l'absence ne nuisait pas à la vie ultérieure de la plante. Nos expériences de mutilation ont tout d'abord porté sur le coléoptile afin de déterminer son rôle possible.

L'ablation se faisait sous la loupe binoculaire en pratiquant, avec un très petit scalpel, une incision demi-circulaire à la base de la partie antérieure seule accessible; ensuite, la

Figure 47.
Technique de l'ablation du coléoptile.

pointe du scalpel, introduite latéralement dans l'incision permettait de faire sauter le coléoptile par un mouvement de bascule (fig. 47). L'ablation du coléoptile pouvant s'effectuer avant ou après le traitement par le froid, plusieurs lots ont été faits :

1. Grains printanisés, coléoptile enlevé avant le traitement.

2. Grains printanisés, coléoptile maintenu.

3. Grains printanisés, coléoptile enlevé après le traitement (au moment du semis).

4. Grains non traités, coléoptile enlevé avant le semis.

5. Grains non traités, coléoptile maintenu.

Les semis eurent lieu le 1er mars 1949, après des traitements de vingt-huit jours.

En culture, la croissance végétative ne semble guère influencée par la présence ou l'absence de coléoptile, tant dans les lots non traités que dans les lots printanisés.

Le début de la montée et la vitesse de croissance sont améliorés lorsqu'on enlève le coléoptile après printanisation; ensuite, par ordre de précocité, viennent le lot printanisé semé avec le coléoptile maintenu, puis celui dans lequel on a enlevé le coléoptile avant printanisation. Pour les lots non traités, la montée s'effectue tardivement dans celui où le coléoptile a été enlevé avant semis, dans l'autre, où les grains étaient intacts elle n'a pas lieu.

L'épiaison se produit à la même date dans les lots printanisés avec le coléoptile, que ce dernier ait été enlevé ou maintenu au moment du semis (tableau XXXVII); elle se produit avec un retard de trois jours dans celui qui a été printanisé sans coléoptile. Elle a lieu quand même, mais plus tardivement, dans le lot non traité, privé de son coléoptile, au moment du semis.

La floraison la plus précoce a lieu dans le troisième lot (P. 28, coléoptile enlevé au moment du semis), ensuite dans le deuxième lot (P. 28 normal), puis dans le premier lot (P. 28, coléoptile enlevé avant traitement) et enfin dans le quatrième lot (non traité, coléoptile enlevé avant semis).

Ces résultats résumés dans le tableau XXXVII montrent que la taille définitive et la précocité les plus grandes se trouvent réunies pour le troisième lot, ensuite viennent, par ordre décroissant, les deuxième, premier et quatrième lots, le cinquième lot restant en herbe.

	PRINTANISES			TEMOINS	
	Coléoptile enlevé		Coléoptile maintenu	Coléoptile enlevé	Coléoptile maintenu
	Avant traitement	Après traitement			
N° du lot	1	3	2	4	5
Date de l'épiaison	15 juin	12 juin	12 juin	25 juin	
Date de la floraison	20 juin	16 juin	18 juin	30 juin	
Hauteur définitive	55,7	66,5	65	53,5	12

TABLEAU XXXVII. — *Renseignements concernant les expériences sur le rôle joué par le coléoptile.*

Cette expérience reprise en 1951, avec des lots traités pendant quarante jours et semés le 3 avril, n'a pas fourni de conclusions aussi catégoriques; cependant, nous devons préciser qu'aucun résultat négatif n'est venu infirmer les données précédentes. Nous pensons que cet insuccès pourrait être imputable à la date beaucoup plus tardive du semis.

L'ablation du coléoptile au moment du semis exerçant un effet favorisant, il existe donc dans le coléoptile déjà développé ou bien il s'y élabore, au début de la croissance, une substance exerçant un effet retardant. Cependant, chez les plantes où le coléoptile est enlevé avant le traitement (lot 1), on note un retard par rapport à celles où il est conservé (lots 3 et 2); donc une substance, peut-être la même que précédemment, est nécessaire au déroulement des phénomènes de printanisation; cette substance pourrait diffuser

dans d'autres parties de l'embryon pour y être transformée ou pour faciliter la formation d'une autre substance favorisante.

Le coléoptile joue donc un rôle important puisque sa présence a pu empêcher les plantes d'un lot non traité de se reproduire et retarder ce même phénomène dans un lot printanisé, cependant, il est utile au cours du traitement, puisque sa suppression dès le début retarde la reproduction.

Si on rapproche ces constatations de celles effectuées au sujet des substances hormonales, on peut considérer que la substance empêchante n'est autre que l'auxine puisque son homologue, l'hétéroauxine (acide β indol-acétique), retarde aussi nettement la reproduction.

Tout se passe donc comme s'il existait dans le grain deux produits antagonistes, l'un, l'auxine, retardant la reproduction, et un autre la favorisant, élaboré au froid à partir ou sous l'influence de l'auxine.

c) Rôle de la première feuille.

Nos expériences de mutilation de l'embryon nous ont conduit à tenter de supprimer la première feuille. Ici, la difficulté est plus grande, car cette feuile engaine les deux autres minuscules et le méristème gemmulaire. Il faut opérer avec beaucoup de précision sous la loupe binoculaire, de manière à ne pas léser les autres feuilles, ni la gemmule. Nous attribuons à des blessures la cause de nos échecs des premières années d'expériences, les embryons des grains plantés ne parvenaient pas à se développer.

Les semis effectués après quarante jours de traitement, le 3 avril 1951, n'ont pas fourni de résultats très marqués; cependant, on note un léger retard de quelques jours à la montée et à la floraison dans les pieds où la première feuille est enlevée. Ce retard est plus important lorsque l'ablation est pratiquée après le traitement. Le coléoptile devant être enlevé en même temps que la première feuille, le retard imputable réellement à l'ablation de la première feuille seule, en supposant que l'on puisse maintenir le coléoptile,

serait plus important. Pendant la vie des plantes, le nombre des feuilles est le même que dans les pieds non opérés.

Ce résultat montre que les transformations vitales, se produisant au cours du traitement, doivent siéger en partie dans les feuilles et qu'il doit se trouver en elles une accumulation de substance favorable au développement.

d) Rôle des racines.

La suppression des racines séminales n'ayant jamais entraîné aucune perturbation, nous pensons être autorisé à affirmer que ces jeunes racines ne jouent aucun rôle dans les phénomènes de printanisation.

Toutes ces expériences auraient été utilement complétées par des greffages permettant la reconstitution d'un embryon complet avec des éléments étrangers. Nous ne pouvons que déplorer nos nombreuses tentatives restées infructueuses, qui nous privent de renseignements plus précis. Cependant, contrairement à Kuperman (1948), nous avons pu voir nos plantules opérées sortir de terre et donner des plantes normales.

Ces expériences nous conduisent à penser que la printanisation est activée par un accroissement de la vitanté des embryons sous l'influence d'une plus grande quantité d'eau et sous l'action de la lumière. Les organes indispensables au déroulement de ce phénomène semblent être toutes les parties de l'embryon, à l'exception des racines.

Ce processus serait donc localisé dans le méristène gemmulaire, les feuilles et peut-être la tigelle et le cotylédon, et serait sous la dépendance d'une substance, probablement l'auxine, élaborée dans le coléoptile. Signalons cependant que Sen et Chakravarti (1948), effectuant des expériences similaires en printanisant des plantules isolées de Moutarde, constatent que les cotylédons de ces grains n'interviennent pas dans le processus de printanisation.

RECHERCHES CYTOLOGIQUES

Le déroulement des phénomènes de printanisation s'effectuant progressivement, à l'intérieur de l'embryon, pendant le séjour aux basses températures, il importait, après avoir déterminé le rôle de certains de ses organes, de préciser les transformations qui s'opèrent à l'échelle cellulaire. Dans ce but, nous avons poursuivi nos investigations en utilisant les techniques de la cytologie. Cette étude porte sur les quatre céréales d'hiver expérimentées jusqu'ici : Avoine grise d'hiver, Blé Vilmorin 27, Orge carrée d'hiver et Seigle Petkus Les expériences de Gregory et Purvis, confirmées par nos études, ayant montré que les phénomènes de printanisation sont localisés dans l'embryon, nous nous contenterons d'examiner seulement cette partie des semences et nous ne mentionnerons aucune observation concernant les plus jeunes racines, puisque nous avons vu qu'elles ne jouaient aucun rôle. Nous n'effectuerons qu'une étude comparative des sujets traités et des témoins.

Dans tous les cas, afin de pouvoir effectuer l'étude de plantules résultant d'une germination dans des conditions normales et de plantules ayant séjourné au froid, nous les avons choisies, soit après un à quatre jours de germination à l'obscurité à 25°C., soit après une durée variable de séjour au froid. Ainsi, nous pouvions comparer des plantules parvenues au même état de développement. Avant d'exposer les résultats de nos observations, nous décrirons succinctement les techniques utilisées.

1. *Techniques d'étude.*

Nous n'avons eu recours qu'aux techniques couramment admises et bien établies, comportant fixation, inclusion, coupes et enfin coloration.

Avant toute fixation, nous pratiquions, sur l'embryon séparé de l'albumen, une coupe longitudinale paramédiane, afin d'assurer une bonne pénétration du liquide fixateur dans tous les organes, pénétration encore améliorée par le

vide partiel auquel nous les soumettions aussitôt plongées dans le liquide fixateur. Pour les semences réfrigérées, la fixation s'opérait dans le liquide fixateur préalablement placé, durant quelques heures, en chambre froide, afin d'éliminer toute perturbation susceptible d'être entraînée par un brusque passage à une température plus élevée.

Les mélanges fixateurs utilisés furent les liquides de Helly et de Nawaschin pour l'étude du noyau, la durée de fixation étant de vingt-quatre heures. Pour l'étude du chondriome, le fixateur de Regaud (méthode IV) fut employé pendant quarante-huit heures, en le renouvelant, suivi d'une post-chromisation de trois jours dans le bichromate de potassium à 3 %. Pour les substances lipidiques, le liquide de Mévès (à base de tétroxyde d'osmium) fut utilisé. Dans ce cas, elles apparaissent colorées en brun noirâtre; les coupes ont ainsi été étudiées sans autre coloration.

L'inclusion dans la paraffine, précédée d'une déshydratation graduelle des pièces (Buvat), fut conduite aussi rapidement que possible. Les coupes, d'une épaisseur de 4 μ pour l'étude du chondriome et de 6 μ pour les autres recherches. furent colorées par différentes techniques :

— Hématoxyline ferrique de Heidenhein, méthode de Regaud, pour l'étude du chondriome et du noyau.

— Réaction nucléale de Feulgen-Rossenbeck pour la chromatine. La durée de l'hydrolyse était la même dans tous les cas (quinze minutes). A cette coloration étaient adjoints le Vert Lumière, qui colore nucléole et cytoplasme, ou même l'hématoxyline ferrique, après le fixateur de Helly, qui permet de colorer le système nucléolaire tout en obtenant, par une régression suffisamment poussée, le nettoyage complet des éléments chromatiniens qui apparaissent colorés par la fuchsine (méthode de Yu).

En outre, pour la mise en évidence des éléments figurés intéressant le métabolisme des substances de réserve, nous avons employé :

— L'eau iodo-iodurée (IK : 2 gr., I : 1 gr. pour 200 cc. d'eau distillée) étendue au moment de l'emploi de son volume d'eau distillée, pour l'étude de l'amidon transitoire, sur les coupes de plantules fixées par le liquide de Regaud, seulement déparaffinées et examinées en préparations extemporanées. Cette faible concentration de la solution iodée nous a paru préférable, car elle permet d'obtenir des teintes plus nuancées des substances amylifères et de ne pas colorer trop intensément le cytoplasme ou les substances protéiques. Nous évitions en même temps les inconvénients signalés par Reilhes (1931), lorsque la teneur en iode est trop élevée.

— Le rouge soudan III en solution saturée dans l'alcool à 90° pour la mise en évidence des substances lipidiques, sur des coupes pratiquées au microtome à congélation, de plantules fixées au formol à 10 %. Ici, cette technique ne fut employée que pour confirmer les observations effectuées après la fixation-coloration par le liquide de Mévès.

Les observations vitales, si précieuses dans bien des cas, ne nous ont malheureusement donné que des résultats décevants, l'épaisseur des coupes à main levée dans de jeunes tissus formés de cellules de petites dimensions ne permettait pas une observation convenable.

Les dessins effectués avec l'appareil à dessiner de Zeiss figuraient les objets avec un grandissement linéaire de 2.500. Pour la reproduction, ces figures sont réduites au demi, ce qui donne un grossissement d'environ 1.250 diamètres.

Nous exposerons d'abord les résultats concernant les constituants cytologiques des cellules : noyau et chondriome, puis ceux relatifs aux substances de réserve : lipides, glucides et substances protéiques.

2. *Les constituants cellulaires.*

a) Noyau (Planche I).

Dans les céréales étudiées, le noyau présente une structure granulo-réticulée typique, les chromocentres disposés à peu

près régulièrement occupent tout l'enchylème. Signalons cependant la présence, dans le Seigle, de quelques gros chromocentres (figures 68 à 76). Ce n'est qu'après de nombreux dessins effectués à la chambre claire que l'on peut se rendre compte que la taille des noyaux augmente sensiblement pendant le traitement; cette différence apparaît surtout dans le coléoptile et dans les jeunes feuilles (figures 1 à 13 et 52 à 57).

Dans le méristème gemmulaire (figures 20 à 26), l'augmentation de taille est peu nette et quelquefois même pratiquement imperceptible, tandis que dans la tigelle elle se manifeste encore (figures 62 et 63), mais moins accusée que dans le coléoptile ou les feuilles. Dans le cotylédon et dans son assise assimilatrice, nous ne pouvons noter que de très légères différences inconstantes.

De plus, on remarque une importance plus grande du nucléole dans les noyaux des plantes printanisées. Ceci est notable dans la plupart des tissus de l'embryon, et surtout apparent dans le coléoptile (figures 1 à 8 pour les T. et 9 à 13 pour les P.) et les jeunes feuilles (figures 14 à 17 pour le T., 18 et 19 pour le P. chez l'Orge; figures 52 à 54 pour le T., 55 à 57 pour le P. chez le Blé, et 70 et 71 pour le T. et le P. chez le Seigle). Malgré l'accroissement concomitant du noyau et de son nucléole, la taille de ce dernier paraît augmenter par rapport à celle du noyau. En établissant le rapport du volume de ces deux éléments d'après la figuration plane obtenue à la chambre claire, et en effectuant des moyennes chez un certain nombre de noyaux, on parvient à apprécier numériquement cette valeur. C'est ainsi que pour le Blé Vilmorin 27, le rapport moyen des volumes du nucléole à celui du noyau est de 26/1.000 chez le témoin et de 39/1.000 chez le P. 47 dans le parenchyme du coléoptile. dans les feuilles, il est de 22/1.000 chez le T. et de 62/1.000 chez le P. 47. Chez l'Orge carrée d'hiver, les différences apparaissent encore mieux : 18/1.000 pour le T. et 33/1.000 pour le P. 45 dans le parenchyme du coléoptile, et dans les feuilles, 12/1.000 pour le T. et 62/1.000 pour le P. 45. Cette

variation de taille du nucléole en fonction de la température a été observée par Ehrenberg (1946); elle dépendrait d'une variation de solubilité, ce qui permet à l'auteur d'assimiler le nucléole à un coacervat.

Aucune modification dans l'importance ou la répartition des éléments chromatiniens n'apparaît chez les plantules printanisées. Il faut cependant mentionner, comme l'a noté Mlle Lamardelle (1951), que parmi les noyaux en division on est frappé par une abondance plus marquée des stades de préprophase ou de prophase. Par contre Poussel (1946) n'observe, après un séjour de six à quarante-huit heures à 0°C. de grains de Blé mis à germer dans l'atmosphère normale, que de nombreuses cinèses absolument normales à tous les stades.

L'action prolongée des basses températures n'influence donc pas, en apparence, l'architecture chromatinienne du noyau, mais favorise l'accroissement du volume du noyau et encore plus de son nucléole. Ce phénomène est à rapprocher de celui signalé par Maige (1925), qui avait constaté que, dans les embryons de Haricot, le volume du noyau augmente pendant la digestion de l'amidon quand celle-ci se déroule à 10°, tandis qu'il diminue si elle a lieu à 24°.

b) Chondriome (Planches II et III).

Dans tous les organes des plantules, le chondriome est constitué par des mitochondries existant en assez grande abondance; à côté d'elles, se trouvent des éléments en courts bâtonnets et parfois, des chondriocontes (Orge).

Pendant les cinq premiers jours de germination normale, il n'est pas possible de déceler de différence nettement apparente dans le chondriome. Après le traitement de printanisation, il ne présente pas, à première vue, de modification morphologique importante; aussi nous avons envisagé la possibilité de transformations s'opérant pendant les premiers temps de séjour au froid, suivies d'un retour à la normale. Dans le but de vérifier cette éventualité, nous

avons pratiqué des fixations après une, deux, trois, quatre, six, dix et vingt-quatre heures de séjour au froid. Là encore, aucun changement n'est apparu.

Nous avons donc comparé les figures obtenues à partir de plantules témoins et printanisées, parvenues au même état de développement apparent. Les différences sont cependant assez sensibles pour qu'on puisse les noter et les figurer. Le nombre des mitochondries est plus grand et leur taille nettement plus importante, c'est ainsi que, dans les cellules du parenchyme du coléoptile, pour le Blé Vilmorin 27, on voit bien ces accroissements en comparant les témoins germés trois jours et les P. 30 ou P. 45 (figures 1 à 3, pl. II); cependant, après dix-sept jours de traitement, les différences sont à peine sensibles. Chez l'Orge carrée d'hiver, où des formations filamenteuses existent normalement, on les retrouve chez les P. 45, mais leur calibre est accru (figures 1 et 2, pl. III). Dans les parenchymes foliaires du Blé Vilmorin 27, il existe des chondriocontes que l'on ne retrouve que très rarement chez les printanisés où il n'y a presque que des éléments ponctiformes, tout au plus peut-on déceler la présence de ces éléments associés en chaînettes; ici, comme dans le coléoptile, le chondriome est plus abondant et plus gros. Les cellules des méristèmes gemmulaires ont un cytoplasme dense, encombré de nombreuses mitochondries; elles apparaissent là aussi plus volumineuses dans les plantules printanisées, mais la différence est moins apparente. Par contre, dans la tigelle, où les cellules sont différenciées, le nombre et surtout la taille des mitochondries des plantules printanisées dominent ceux des plantules témoins (figures 12 et 13, pl. II, et figures 5 et 6, pl. III). Le cotylédon ne paraît pas être le siège de transformations semblables; dans tous les cas, on peut voir des mitochondries ou des petits chondriocontes de taille identique et leur nombre ne semble pas varier. Dans l'assise assimilatrice, l'importance numérique de ces éléments paraît inchangée, mais leur taille augmente dans bien des cas (figures 16 et 17, pl. II, et 9 et 10, pl. III).

Le chondriome subit donc quelques modifications s'effectuant progressivement et lentement pendant le séjour au froid. La température de 2-3°C. ne paraît pas influencer immédiatement le chondriome mais, à la longue, après une quinzaine de jours, on peut apprécier les changements. Ceux-ci sont surtout apparents dans le coléoptile, les feuilles et la tigelle; dans la gemmule, les différences sont moins évidentes.

3. *Les transformations métaboliques des réserves.*

a) Lipides (Planches IV et V).

Les lipides figurent au nombre des substances de réserve contenues dans les embryons des céréales. Ces lipides, hydrolysés par une diastase pendant la germination, sont ainsi repris dans le métabolisme. Pour les mettre en évidence, nous avons utilisé la propriété qu'ils possèdent de réduire le tétroxyde d'osmium, en effectuant des fixations à l'aide du liquide de Mévès qui confère aux éléments lipidiques une teinte brun foncé. Nos recherches dans ce domaine viennent entièrement confirmer celles de David (1947), effectuées sur les embryons de Blé Vilmorin 27; nous les avons étendues aux autres céréales étudiées.

On constate, dès le début de la germination, une abondance extrême de substances lipidiques dans certaines parties de l'embryon, abondance telle que les plages brunes paraissent homogènes, en réalité un examen à un fort grossissement révèle la présence d'une multitude de globules lipidiques de taille variable, presque tous tangents entre eux.

Pendant la germination normale, on assiste à la régression de ces réserves; dans le parenchyme du cotylédon, la quantité diminue de jour en jour, ainsi que dans les cellules de l'assise assimilatrice (figures 1 à 4, pl. V). Dans les autres parties de l'embryon, la quantité est moindre, mais diminue notablement au cours de la germination. Après deux jours, la disparition des lipides du coléoptile est effective. A mesure que les feuilles s'accroissent, ils diminuent, et c'est à la base des feuilles qu'on en rencontre le plus et pendant le

plus longtemps (figures 2 et 3, pl. IV). La gemmule qui en contient une quantité importante s'appauvrit, mais ils subsistent avec une nette prédominance dans l'assise épidermique et dans la partie axiale du parenchyme, formant ainsi une sorte de colonne (figures 5 à 7, pl. IV). Dans la tigelle, les phénomènes sont identiques (figures 9 à 11, pl. IV).

Cette lyse progressive des lipides est aussi marquée chez les plantules printanisées, la durée requise pour parvenir à un même résultat est seulement plus longue, on aboutit en fin de traitement à des feuilles et à une gemmule absolument débarrassées de toute inclusion osmioréductrice (figures 4 et 8, pl. IV). Seules les cellules de la tigelle et du cotylédon en contiennent encore, mais en quantité moindre que dans l'embryon témoin ayant la même taille.

Les processus de lipolyse existent donc aussi bien pendant le traitement de printanisation que pendant la germination normale, ils s'effectuent plus rapidement dans ce dernier cas, nous devons, semble-t-il, attribuer cela à la température plus élevée facilitant l'activité des enzymes. Cependant, à taille égale, il faut remarquer que la lipolyse est plus accentuée chez les sujets printanisés, c'est ce qu'a établi David (1951), par des dosages chimiques. Il est connu depuis longtemps que ces lipides, après hydrolyse, sont réemployés en partie pour la synthèse de glucides qui seraient eux-mêmes utilisés pour le métabolisme de la plantule.

b) Glucides (Planche VI).

Les coupes provenant de plantules fixées au liquide de Regaud sont déparaffinées puis laissées plusieurs heures dans l'eau distillée afin d'éliminer toute trace d'alcool qui risquerait de troubler l'action ultérieure du réactif iodo-ioduré.

Dès le début de la germination normale, il se forme, dans tous les organes de l'embryon, un amidon spécial dit « amidon transitoire », qui présente la propriété de se colorer en rouge-brun violacé par le réactif iodé, alors que l'amidon normal de l'albumen prend une teinte bleu violet très foncé, presque noire. A l'intérieur du plaste, la substance amylacée

paraît homogène, avec bien souvent, en son centre, une partie plus fortement colorée; l'accroissement paraît se faire de la façon envisagée par Somon (1945) dans son étude sur la germination des graines de Haricot, de Cytise et de Ricin, « comme le remplissage d'une vessie par un fluide ». Le cotylédon et la tigelle sont d'abord le siège d'une élaboration intense; dans cette dernière, il augmente en quantité dans les cellules et le nombre de celles qui en contiennent une quantité notable s'accroît en direction des racines (figure 48). Il est présent en faible quantité dans le corpus de la gemmule et se forme peu à peu dans les feuilles (figures 7 et 8, pl. VI). Dans le coléoptile, sa quantité varie peu, après le deuxième jour; il n'y a pas d'augmentation notable, si bien qu'après l'élongation des cellules, sa densité semble diminuer. La teneur en amidon diminue très légèrement dans le cotylédon après les deux premiers jours de germination.

Après le traitement de printanisation, on assiste à un enrichissement très marqué de tous les organes (figure 48) Dans la gemmule, la concentration en amidon est plus grande, ainsi que dans la tigelle. Sur les coupes on voit une extension de l'aire des cellules qui en contiennent. Toutes les feuilles en sont, elles aussi, très riches. Le coléoptile est

Figure 48.

Répartition de l'amidon dans les plantules d'Orge carrée d'hiver au cours d'une germination normale et après printanisation (grossissement x 25 environ).

le siège d'un léger accroissement (figure 3, pl. VI). Au niveau du cotylédon, de nouvelles synthèses s'effectuent pendant le traitement, et l'amidon reparaît en quantité très importante dans toutes les cellules du parenchyme (figure 12, pl. VI).

Le volume des grains d'amidon varie très sensiblement et, au lieu d'avoir des grains isolés, on rencontre souvent, après printanisation, des sortes de gros grains composés dont l'examen attentif montre bien qu'ils sont formés par la juxtaposition de nombreux grains; ceci est particulièrement apparent dans le parenchyme du coléoptile (figure 3, pl. VI). Dans les feuilles, on est d'abord frappé par l'augmentation de nombre et de taille des grains d'amidon (figure 9, pl. VI) qui occupent une place importante dans le cytoplasme. Dans le coléoptile, les feuilles et la tigelle, on assiste en même temps à une augmentation de la taille des cellules et à un accroissement du vacuome, malgré cela, sur les coupes pratiquées à même épaisseur (4 μ), la quantité d'amidon paraît plus grande, ce qui indique bien que, dans la cellule elle-même, il y a une très forte augmentation des réserves glucidiques.

Il y a donc une accumulation d'amidon dans toutes les parties de l'embryon, mais les transformations des substances glucidiques ne se bornent pas à des modifications quantitatives. Il faut mentionner aussi les changements qualitatifs qui semblent s'opérer.

Immédiatement après avoir fait agir la solution iodo-iodurée, les grains d'amidon apparaissent colorés en brun violacé plus ou moins foncé et il est souvent difficile, dans les premiers jours de la germination normale, de distinguer l'amidon des substances protéiques colorées elles aussi en brun dans les tissus qui contiennent une quantité importante de ces substances. Après quelques heures, la coloration de l'amidon vire au mauve et la distinction devient alors plus facile. Dans la plupart des cas, ils se présentent sous l'aspect d'une masse sphérique ou ovoïde dont la région centrale, beaucoup plus foncée, atteint le violet franc. Il faut signaler ici que les grains d'amidon provenant de l'albumen et restant adhérents au cotylédon présentent, pendant tout

ce temps, la coloration caractéristique violet-noir de l'amidon normal. Nous nous trouvons, dans tout l'embryon, en présence de cet amidon transitoire spécial que l'on pourrait rapprocher de « l'amidon rouge » des tubes criblés ou de l'amidon floridéen des algues rouges, encore que ce dernier naisse directement dans le cytoplasme et non à l'intérieur des plastes. Mangenot émet l'hypothèse qu'il représente une substance amylacée moins condensée que l'amidon commun des plantes. Maige (1924) pense que les teintes que prend l'amidon, en présence du réactif iodé, correspondent à des degrés différents de polymérisation de la matière amylacée. Mlle Salmon (1946) suppose que, dans les tubes criblés, l'amidon existe dans un état physique spécial ou bien qu'on se trouve en présence d'érythrodextrines, substances moins condensées que l'amidon. On connaît d'autre part les variations de coloration conférées par le réactif iodé à l'amidon lors de son hydrolyse progressive (amylodextrines, érythrodextrines). Malgré les nombreuses recherches sur cette question, aucune conclusion définitive ne permet d'envisager avec certitude la nature exacte de cet « amidon rouge ». Personnellement, nous pensons, après bien d'autres auteurs, qu'il s'agit d'une matière amylacée spéciale, moins polymérisée que l'amidon véritable.

Cette conception nous amène à interpréter les différences de coloration de l'amidon transitoire, notées dans les plantules témoins et printanisées, ou même à l'intérieur d'une même plantule : c'est ainsi que, dans la jeune feuille externe d'une plantule témoin germée deux jours (figure 7, pl. VI), il existe des grains de petite taille qui apparaissent colorés en brun clair, tandis que dans le coléoptile, le cotylédon ou la tigelle, où l'amidon se forme plus tôt, ils sont plus gros et prennent avec l'eau iodée une teinte brun plus foncé qui persistera plus longtemps. Cette différence de teinte originelle et la vitesse de sa disparition après lavage de la préparation à l'eau distillée, se retrouvent aussi bien chez les plantules témoins que chez les plantules printanisées pour les organes correspondants. On peut donc penser que, dans les plantules printanisées, l'amidon élaboré est plus poly-

mérisé. Une autre observation vient renforcer cette conception; nous avons déjà dit plus haut que, dans la partie centrale du grain, il existait souvent un point se colorant en violet foncé, teinte comparable à celle de l'amidon normal; dans les plantules printanisées, ce globule violet, se détachant nettement sur un fond mauve clair, est très souvent beaucoup plus gros.

Il s'effectue donc, pendant le traitement de printanisation, une élaboration d'amidon particulièrement importante dans le cotylédon, la tigelle et les feuilles; cet amidon transitoire paraît plus polymérisé que l'amidon transitoire qui naît dans les plantules germant à température normale.

c) Protides : aleurone.

Les réserves protidiques des semences de céréales existent sous forme de grains d'aleurone dans toutes les parties de l'embryon et dans l'assise protéique de l'albumen (Guillier-mond, 1908). Au cours de la germination, le grain d'aleurone se transforme en vacuole liquide renfermant des granules de protéines et des globoïdes. Cette relation entre l'aleurone et le vacuome, établie par P. Dangeard (1923), fut remise en question par Wieler (1943), mais finalement, P. Dangeard (1944, 1947) et son élève Quilichini (1949) confirmèrent les observations premières.

On constate, durant la germination normale, la présence de vacuoles qui s'accroissent progressivement, perdent peu à peu leur chromaticité, conséquence de la dilution de leur suc, et fusionnent pour en donner de plus grandes. Les globoïdes, constituants figurés des grains d'aleurone, persistent pendant les premiers jours de la germination et contribuent à former les précipités vacuolaires si polymorphes. Ces formations persistent très longtemps dans l'assise protéique.

La comparaison des semences printanisées avec celles germant normalement nous amène à considérer d'abord les régions de l'embryon destinées à se développer : gemmule, feuille et tigelle. L'aleurone est rapidement solubilisé dans les vacuoles et on ne peut distinguer d'éléments figurés à l'intérieur de celles-ci. Par la technique de montage extem-

porané, à l'eau iodo-iodurée, on remarque, dans les plantules printanisées, une teinte plus brune des cellules, particulièrement accentuée au sommet de la tigelle, à la base de la gemmule et des feuilles, qui dénoterait une concentration plus élevée en protéines. Il ne nous paraît pas possible de discerner s'il s'agit d'une utilisation plus lente des réserves ou d'une accumulation au niveau de ces organes.

La comparaison se montre plus fructueuse dans les régions représentant les lieux d'accumulation des réserves protidiques : cotylédon et assise protéique du grain. Le système vacuolaire évolue plus lentement et les éléments figurés, granulations de protéines et globoïdes, restent abondants plus longtemps. Pendant la germination normale, le volume des vacuoles s'accroît et de nombreux éléments figurés persistent à l'intérieur, tant dans le cotylédon que dans l'assise protéique. Après printanisation, les vacuoles du parenchyme cotylédonnaire sont presque partout complètement vides, surtout dans la région voisine de l'assise assimilatrice. Dans l'assise protéique, il persiste davantage d'éléments figurés, en nombre bien moindre cependant que dans les grains témoins.

Dans l'ensemble, le système vacuolaire des différents tissus ne paraît pas présenter d'accroissement marqué après le traitement. Il existe seulement une hydrolyse plus importante des substances protéiques de réserve après le traitement, ce qui a été signalé par David (1945).

Les résultats fournis par les techniques cytologiques nous ont permis de confirmer et d'étendre les observations préliminaires de R. David dans ce domaine.

On aboutit donc, en fin de traitement, à une résorption des substances de réserve contenues dans l'embryon : lipides et protides. Cette reprise dans le métabolisme, effectuée par hydrolyse diastasique, est plus complète malgré la basse température qui ralentit la vitesse d'action des diastases, car elle se prolonge pendant une très longue durée; de plus, il convient de rappeler que l'étude des diastases, pendant le traitement, a montré une augmentation de celles-ci.

La formation de l'amidon transitoire en quantité plus importante résulte de ce même processus diastasique qui permet une augmentation de concentration des glucides solubles, condition favorable à l'élaboration de l'amidon par les leucoplastes.

En même temps que s'effectuent une hydrolyse des réserves et leur réutilisation partielle pour la formation d'amidon transitoire, les éléments du protoplasme subissent quelques modifications. Les dimensions du noyau et de son nucléole s'accroissent et ce dernier devient particulièrement important par rapport au premier. Un phénomène à rapprocher de celui-ci a déjà été remarqué par Maige (1925); pendant la digestion de l'amidon dans l'embryon de Haricot, le nucléole diminue quand les glucides font défaut. Le chondriome n'évolue pas dans le sens qui marque la différenciation des cellules, il reste en grande partie et plus longtemps à l'état de mitochondries qui paraissent plus nombreuses et plus volumineuses, autant de faits qui marquent un certain blocage dans la multiplication et l'accroissement des cellules. Le métabolisme ralenti paraît polarisé vers l'augmentation des réserves assimilables et l'accroissement des éléments qui doivent jouer un rôle décisif dans la vie cellulaire.

Les processus de différenciation des cellules apparaissent donc ralentis; la plupart des cellules, malgré le fonctionnement des amyloplastes, conservent en partie un état méristématique, le vacuome lui-même n'évolue pas notablement par rapport aux témoins. Un fait doit retenir notre attention, c'est le maintien de cet état pendant de nombreux jours et malgré le ralentissement des métabolismes causé par les basses températures, on peut penser que des synthèses spéciales peuvent s'effectuer avec tous les matériaux utilisables dont dispose l'embryon.

D'autre part, il semble normal que les éléments cellulaires, dont le comportement vient d'être examiné, exercent une action dans le processus de printanisation. Le nucléole pourrait jouer un rôle trophique par les nucléoprotéines qu'il contient et même avoir une action morphogénétique

par l'intermédiaire des substances dérivées des nucléoprotéines (Brachet, 1938). Le chondriome s'est vu, lui aussi, attribuer un rôle important; pour Regaud (1911), il puiserait dans le milieu ambiant les matériaux nécessaires et enfin dégagerait le produit d'élaboration; pour Nageotte (1922), il représente un catalyseur, Joyet-Lavergne (1929) met en évidence la présence de glutathion au niveau des chondriosomes, le chondriome apparaissant comme le lieu des oxydoréductions, il en conclut qu'il joue un rôle important dans les phénomènes respiratoires. Pour Dubuy, Woods et Lackey (1950), au niveau des mitochondries et des plastes se localiserait l'activité du cytochrome oxydase. Actuellement, tous les cytologistes sont d'accord pour reconnaître au chondriome un rôle essentiel dans le métabolisme cellulaire et en particulier dans les phénomènes respiratoires.

L'ensemble de nos constatations et des hypothèses sur le rôle des constituants cellulaires nous amène à considérer qu'en présence de réserves rendues directement assimilables au sein des cellules, ces éléments, pouvant poursuivre leur action pendant un temps prolongé, sont capables d'effectuer des synthèses lentement poursuivies à basse température. Elles conduisent à l'élaboration de substances spéciales qui ne se produisent qu'en trop faible quantité aux températures de germination normale, peut-être parce que détruites par d'autres processus se déroulant à température seulement plus élevée ou ne pouvant s'effectuer que dans des cellules conservant encore les potentialités de cellules embryonnaires. Ceci nous amène à rappeler les possibilités de printanisation signalées par Gregory et Purvis (1936-1938) par action du froid au cours de la maturation des semences.

Nous ne pouvons tirer aucune conclusion de l'état du méristème gemmulaire, les modifications qu'il subit paraissent trop faibles et d'autre part, il est appelé à subir, pendant la culture, les influences diverses des facteurs climatiques.

Il nous semble donc possible d'envisager ici que le déroulement des phénomènes de printanisation n'est pas localisé

uniquement dans la gemmule mais dans toutes les parties actives de l'embryon puisque nous avons vu que la première feuille joue déjà un rôle certain.

RECHERCHES BIOCHIMIQUES

Durant le séjour au froid, des transformations métaboliques s'accomplissent au sein des semences et il est nécessaire que les phénomènes respiratoires puissent se dérouler normalement pour que la printanisation s'accomplisse. D'après divers auteurs qui ont étudié la question des enzymes, ceux-ci se trouveraient en plus grande quantité dans les semences printanisées. Il paraissait nécessaire d'évaluer quantitativement l'importance des transformations qu'ils provoquaient afin de juger de leur rôle probable dans le déterminisme du phénomène. Nous avons donc effectué des dosages chimiques des glucides et des composés azotés contenus dans des semences printanisées et témoins.

1. *Les glucides.*

L'importance des glucides au cours du traitement a été établie par Gregory et de Ropp (1938), dans les expériences de printanisation d'embryons isolés de Seigle Petkus où apparaît en particulier la nécessité du saccharose. Le maximum d'effet est obtenu avec 2 % de saccharose (Purvis, 1944), mais la concentration nécessaire ne dépasse pas 0,5 % (Purvis, 1947).

Les dosages effectués suivant les principes des techniques classiques comprenaient une fixation du matériel frais par l'alcool à 95° bouillant pendant trente minutes (procédé Bourquelot et Hérissey). Le matériel, séparé de l'alcool de fixation, était desséché à l'étude à 30°C., puis broyé au moulin. De la poudre obtenue placée dans la nacelle d'un appareil de Kumagawa, étaient extraits les glucides solubles a l'alcool à 70° bouillant; l'extraction durait quarante-cinq minutes. Après cette opération, il ne reste, dans la nacelle, que des glucides insolubles tels qu'amidon, celluloses et hémicelluloses. Les solutions alcooliques de fixation et d'ex-

traction contenant les glucides solubles sont distillées sous pression réduite en chauffant au bain-marie, sans dépasser la température de 50°C. On arrête l'opération lorsque tout l'alcool a distillé et que l'eau à son tour commence à distiller. Cette solution aqueuse clarifiée par centrifugation permettait, après défécation au sous-acétate de plomb, d'effectuer trois séries de dosages :

1. Glucides solubles réducteurs libres.
2. Glucides solubles réducteurs après hydrolyse acide à l'acide chlorhydrique à 1 % au bain-marie bouillant pendant dix minutes.
3. Glucides solubles réducteurs après hydrolyse diastasique pendant deux jours à la température de 37°C. par l'invertase (préparée à partir de la levure de boulanger, procédé Bourquelot).

La poudre qui reste dans la nacelle de l'appareil de Kumagawa contient les glucides insolubles. Leur dosage est entrepris après évaporation dans le vide de l'alcool qui imprègne la poudre. Une première technique biologique permettant de doser l'amidon seul fut utilisée en faisant un empois, puis l'hydrolyse par la diastase de l'Orge germée. De nombreux dosages témoins ont fourni une courbe d'hydrolyse de l'amidon qui présente un plateau pour une valeur bien inférieure à la quantité mise en expérience (60 à 70 % seulement de l'amidon était hydrolysé). Des essais avec d'autres diastases, pancréatine et takadiastase, ne furent pas plus satisfaisants. De plus, pour parfaire la réaction, on est obligé d'effectuer une hydrolyse acide qui risque d'enlever la spécificité au dosage, car on peut aboutir à la transformation des pentosanes en pentoses, qui se dosent comme le glucose. Devant des résultats aussi incertains et vu le but poursuivi, nous avons abandonné cette méthode. Ce n'est pas une valeur absolue de la quantité d'amidon que nous recherchions particulièrement, mais des différences de teneur en glucides de réserve; aussi il nous importait peu que ce fût de l'amidon ou toute autre substance glucidique de réserve que nous dosions; nous voulions seulement connaître la dif-

férence globale des réserves glucidiques entre les différents lots, cette différence indiquant la quantité de réserves utilisées dans les phénomènes métaboliques. Pour cela, après de nombreux essais, nous avons pratiqué une hydrolyse acide (1 % de SO^4H^2) à l'autoclave, à 120° pendant une heure et demie.

Chaque dosage était précédé d'une défécation de la solution par le sous-acétate de plomb, les sels de plomb étant ensuite éliminés par le sulfate de sodium.

La technique de dosage était celle de G. Bertrand. La teneur en glucides fut déterminée dans les semences entières des quatre céréales expérimentées, puis dans les plantules isolées de Blé. Dans chaque cas, des dosages comparatifs portaient sur des semences printanisées pendant des temps variables et sur des grains témoins non germés ou après un à six jours de germination à 25°C. et dont les plantules avaient atteint le même état de développement apparent que celles des lots printanisés.

a) Dosages dans les grains entiers.

Les résultats de ces dosages figurent dans le tableau XXXVIII. Ils indiquent une augmentation du taux des glucides solubles dans les grains des lots printanisés par rapport à leurs témoins germés à 25°C., dont les plantules ont atteint la même taille. Quant aux glucides insolubles, leur quantité est très inférieure après printanisation; cette diminution provient de la dégradation des polyholosides et de leur transformation en glucides moins polymérisés (glucides solubles), sous l'influence prolongée des diastases D'autre part, il est facile de voir que la quantité totale de glucides (glucides réducteurs après hydrolyse acide + glucides insolubles) diminue considérablement pendant la printanisation, conséquence de la durée prolongée des phénomènes respiratoires.

Ces résultats confirment ceux de Sapoznikova (1935) obtenus à partir des graines de *Lupinus angustifolius* printanisées à 6-7°, cependant, d'après cet auteur, la teneur en sucres réducteurs diminuerait graduellement chez les graines printanisées à 4-5°.

	Longueur du coléoptile (en mm.)	Glucides solubles			Glucides insolubles
		Réducteurs libres	Réducteurs après hydrolyse diastasique	Réducteurs après hydrolyse acide	
AVOINE :					
T.	—	59,7	296	461,9	23.322
T. 2	—	98,5	335	616	22.967
T. 3	—	202,8	390,5	679,3	22.871
T. 4	15	308	569	954	21.988
T. 5	22	509,4	679,3	1.152,1	21.268
T. 6	27	912	1.304,6	1.991,5	19.597
P. 37	2	403,5	785,7	1.035	16.517
P. 65	22,5	760,7	1.989	2.705	13.169
BLE :					
T.	—	44,5	353	557	33.880
T. 2	1	213,1	778	850	33.333
T. 3	3	366	946	1.247	29.166
T. 4	12	857	1.576	2.230	27.976
T. 5	27	1.324	2.362	2.887	26.485
T. 6	45	2.098	3.229	4.133	24.666
P. 37	10	1.538	2.365	4.461	23.214
P. 69	50	3.509	5.561	10.023	10.242
ORGE :					
T.	—	39,2	185,7	689	22.321
T. 2	—	101,4	201,2	901	22.090
T. 3	12,5	416,6	935,1	1.433	21.481
T. 4	30	1.040	1.701	3.055	19.674
T. 5	42	2.185	2.966	3.587	15.970
T. 6	55	2.929	4.303	5.207	11.166
P. 39	13,5	1.329	2.081	3.888	10.185
SEIGLE :					
T.	—	76,3	222	332	21.071
T. 2	4	325	1.000	1.391	19.642
T. 3	10	616	1.185	1.741	18.200
T. 4	27,5	687	1.275	1.805	16.870
T. 5	30	822	1.588	2.135	14.820
T. 6	35	1.032	1.885	2.396	14.410
P. 39	22,5	1.708	3.117	4.382	10.752
P. 72	55	1.739	3.437	4.608	9.869

TABLEAU XXXVIII. — *Teneurs en glucides exprimées en mg. de glucose pour 1.000 grains.*
(Tx. témoin germé à 25° C pendant X jours).

b) Dosages dans les plantules isolées.

Les expériences poursuivies en vue de localiser le siège des phénomènes de printanisation nous ont conduit à considérer que c'est dans la plantule que se déroulent les activités décisives. Gregory et de Ropp (1938) ont montré la nécessité de la présence des glucides pendant le traitement. Ces constatations montraient l'importance de l'étude de ces substances dans les plantules isolées.

Age des plantules	Longueur moyenne du coléoptile (en mm.)	Poids sec moyen de 50 plantules (en mg.)	Glucides solubles			Glucides insolubles
			Réducteurs libres	Réducteurs après hydrolyse à l'invertase	Réducteurs après hydrolyse acide	
T. 2	2,5	—	39,4	—	423	635
T. 3	3	155,5	117,1	—	703	828
T. 3	4	—	186,6	329,1	658,3	1026
T. 3	4,3	164	232	581,2	757,7	828,1
T. 3	6	193,9	196,8	—	756,6	912,5
T. 4	10	247,5	344,3	656,2	937,5	968,7
T. 5	17	305,4	591,6	—	1566	1333
P. 33	5	282	144,5	—	1325	993,7
P. 33	5,6	283	176,75	662,5	1468,7	1040,6
P. 35	4	259,5	196,8	—	1362	1162
P. 56	11,5	386,3	453,1	—	2468,7	1937,5
P. 60	12,6	434,5	384,3	1012,5	1956	1187,5

Tableau XXXIX. — *Teneur en glucides de* 1.000 *plantules de Blé Vilmorin* 27 (exprimées en mg. de glucose).

Des lots de 1.000 plantules isolées des albumens de grains de Blé Vilmorin 27 permettaient le dosage des glucides par la technique précédente. Plusieurs lots témoins germés pen-

dant deux à cinq jours à 25°C. et plusieurs autres lots printanisés pendant trente-trois à soixante jours furent choisis pour ces dosages.

R. David (1947) a constaté que la printanisation détermine une augmentation du poids sec du germe de Blé; ce résultat a été confirmé par Petrucci (1949).

Les résultats consignés dans le tableau XXXIX et représentés par les courbes des figures 49 et 50 montrent que, concurremment avec un accroissement de poids sec des plantules printanisées (P.) par rapport aux plantules témoins (T.)

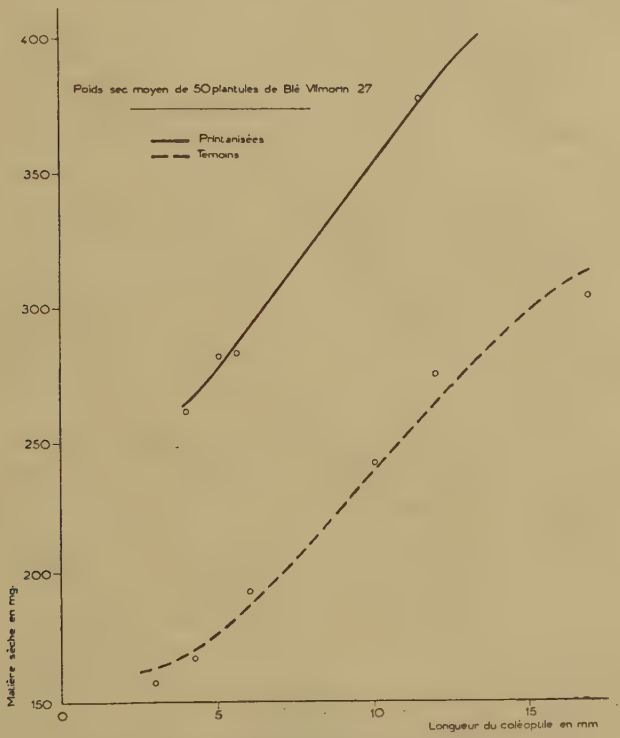


Figure 49.

Courbes représentant les variations du poids de matière sèche des plantules de Blé Vilmorin 27 (P. et T.).

(fig. 49), il existe une élévation de la teneur en glucides chez ces mêmes plantules printanisées (fig. 50). L'augmentation intéresse davantage les glucides solubles totaux (hydrolyse

acide, dix minutes à l'ébullition) que les glucides insolubles de réserve (hydrolyse acide, une heure trente à 120°). Ainsi les glucides solubles et insolubles (amidon ou autres) s'accumulent dans la plantule, cette accumulation est plus accentuée dans les plantules printanisées.

En comparant ces résultats avec ceux obtenus précédemment pour le grain entier, nous constatons que les quantités

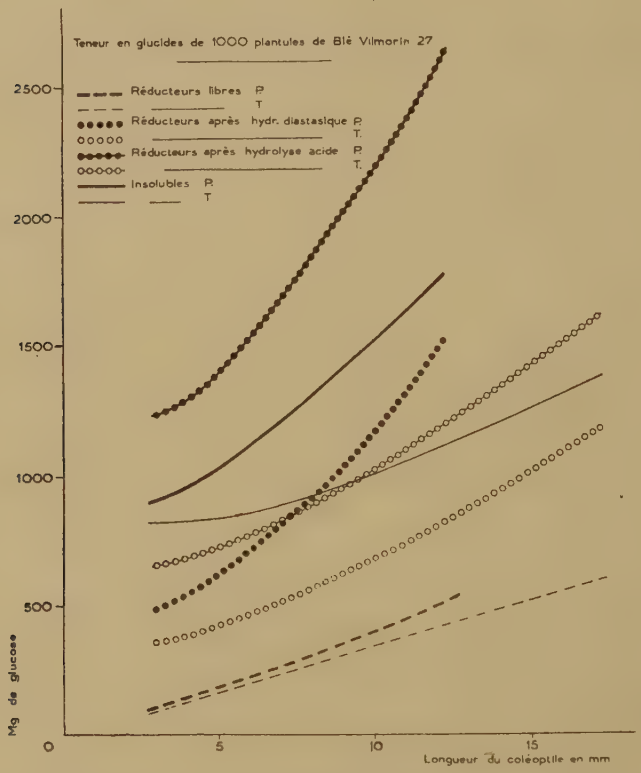


FIGURE 50.

Courbes représentant les variations de la teneur en glucides de cinquante plantules isolées de Blé Vilmorin 27 en fonction de la taille du coléoptile (P. et T.).

des différentes catégories de glucides, en particulier les différentes formes de glucides solubles sont plus importantes dans les semences entières. Ceci autorisait à penser qu'il

existait aussi une accumulation de glucides solubles dans l'albumen. C'est ce qu'a vérifié David (1948) en pratiquant des dosages similaires dans les albumens isolés.

Il existerait donc dans le grain entier et plus particulièrement au niveau de la plantule une accumulation de glucides solubles, c'est-à-dire d'holosides simples et, dans les plantules seulement, de polyholosides. L'ensemble de ces oses provient surtout de l'action des enzymes sur les polyholosides de réserve de l'albumen. La présence d'holosides simples dans l'albumen est une preuve de cette action; en outre, la baisse du taux des glucides insolubles dans ce dernier montre le rôle trophique qu'il est appelé à jouer. La baisse de la quantité totale d'oses dans le grain provient non seulement de son utilisation pour des synthèses secondaires mais surtout des phénomènes respiratoires.

Il faut cependant noter que l'augmentation des glucides solubles est assez générale au cours de la conservation par le froid, d'organes hydratés, Ulrich et Leblond (1947) l'ont observée chez les Châtaignes et Piettre (1947) chez les Pommes de terre. Mais cette augmentation est très passagère, ces glucides sont rapidement détruits lorsque la plante est mise en culture (Piettre, 1947; Duperon, 1951).

2. *Les composés azotés.*

Quoique Purvis (1944) ait établi que l'apport d'azote supplémentaire n'était pas nécessaire pour la printanisation ou pour la croissance pendant le traitement, il nous a semblé intéressant de connaître la teneur en composés azotés des semences après le traitement.

Les dosages furent effectués suivant la technique de R. Combes sur des grains d'Orge carrée d'hiver printanises pendant une trentaine de jours et témoins germés à 25°C. pendant un à quatre jours. La stabilisation était obtenue par un séjour d'une demi-heure à l'étuve à 80° suivi d'une dessication prolongée pendant deux mois dans le vide en présence de chlorure de calcium (Moyse, 1946). Après broyage au mortier, l'azote insoluble protéique était séparé de l'azote soluble par macération de 1 gr. 5 de poudre dans

une solution aqueuse d'acide trichloracétique à 10 % renouvelée (Quetel, 1938). Après filtration on obtenait en solution les composés azotés solubles. La poudre résiduelle reprise permet le dosage de l'azote insoluble protéique après minéralisation par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur (SO^4Cu + SO^4K^2) en prolongeant le chauffage six heures après la décoloration. Le dosage s'effectue à l'aide de l'appareil de Parnas et Wagner, le dégagement de NH^3 est recueilli dans SO^4H^2 N/50, l'excès d'acide est dosé avec une partie du filtrat trichloracétique sous un vide partiel et à température ne dépassant pas 80°; la minéralisation s'effectue par l'acide phényl-sulfurique en présence de mercure. Le dosage est pratiqué comme précédemment.

L'azote amidé total est dosé après transformation en NH^3 des amides par SO^4H^2 à chaud (Moyse : techniques de Chibnall et Westall, 1932); NH^3 est ensuite déplacé dans l'appareil de Yovanovitch par action d'une solution saturée de carbonate de lithium et recueilli dans une solution de SO^4H^2 N/50 dont on dose l'excès d'acidité en fin d'opération par une solution de potasse N/75.

Les résultats de ces différents dosages figurant dans le tableau XL représentent les moyennes des teneurs en azote exprimées en pourcentage par rapport à la substance sèche.

En comparant les teneurs du lot printanisé par rapport à celles du lot témoin parvenu à la même taille (germé trois jours), on constate une augmentation du taux des substances azotées solubles tandis que les composés protéiques accusent une légère diminution.

Ces résultats sont à rapprocher de ceux fournis par les dosages des glucides. Les substances de réserve sont solubilisées sous l'action des enzymes et transformées en substances de composition moins complexe, plus facilement utilisables.

En ce qui concerne les lipides, les dosages effectués par Duperon (1946) sur les grains de Blé entiers et par David (1951) sur les plantules et les albumens séparés de Blé ont

montré que les phénomènes de lipolyse sont plus accentués dans les semences printanisées que dans les témoins germés à température normale. Cette accentuation du catabolisme lipidique permet d'envisager une utilisation plus importante des réserves due, ici encore semble-t-il, à l'action prolongée des diastases.

Traitement des lots	Longueur du coléoptile en mm.	N % de matière sèche		
		N protéiques	N solubles	N des amides
Non germé	—	0,97	0,15	0,021
Germé 1 jour	3	0,93	0,17	0,025
Germé 2 jours	5	0,85	0,27	0,035
Germé 3 jours	17	0,85	0,28	0,041
Germé 4 jours	40	0,71	0,34	0,076
P. 34	15	0,81	0,38	0,55

TABLEAU XL. — *Quantités d'Azote pour cent parties de matière sèche, dans les grains d'Orge carrée d'hiver.*

Le dosage des constituants fondamentaux des semences montre que, pendant le traitement de printanisation, s'opère une transformation lente des substances de réserve. Elles sont ainsi mises à la disposition des phénomènes métaboliques, ce qui pourrait expliquer la croissance plus rapide des sujets traités, dès leur mise en terre. De plus, ces produits rendus utilisables peuvent servir à des synthèses précoces de substances jouant un rôle dans la reproduction.

ACTION DES VITAMINES ET HORMONES VEGETALES SYNTHETIQUES

Sachant que, pendant la germination, une certaine quantité de vitamines est élaborée par les graines, il est intéressant de rechercher si une agumentation du taux de ces substances est susceptible de modifier les phénomènes de printanisation. Ceci nous a paru d'autant plus intéressant que certaines de ces vitamines entrent dans la composition d'enzymes du métabolisme, carboxylase (vitamine B_1), ferments transporteurs d'hydrogène tels que ferment jaune de Warburg (vitamine B_2) ou la déshydrogénase (vitamine PP) ou même des substances jouant le rôle de transporteur d'hydrogène (vitamine C).

On connaît depuis quelques années les différentes localisations de ces substances pendant la vie de la plante, les travaux du Laboratoire de biochimie de l'I.N.R.A. (1950) ont montré qu'il s'effectue une migration des vitamines B_1, B_2 et PP de la plante vers les grains en formation où elles s'accumulent. La détection et la localisation des vitamines dans les semences ont été effectuées chez le Blé : la thiamine (B_1) serait localisée dans la couche à aleurone, dans le scutellum et dans les régions voisines de l'albumen; la riboflavine (B_2) dans l'embryon et la couche à aleurone (Sommers, Coolidge et Hammer, 1945); 70 à 80 % de la vitamine B_1 se trouverait dans le germe (Pulkki et Puutula, 1936) et plus précisément dans le scutellum (Fournier, 1946) contrairement à l'assertion de nombreux auteurs pour lesquels elle serait localisée à la périphérie du grain. D'après Pinon (1947), le grain de Blé accumulerait la vitamine B_2 ainsi que la vitamine PP qui se trouverait dans les régions externes du grain.

Au cours de la germination, on assiste à une accumulation progressive de vitamine C chez les céréales et légumineuses (Povolotchkaia, 1937), d'autre part chez les Haricots, Soja et Pois, French et col. (1944), Mlle Terroine et Mme Desveaux Chabrol (1947) notent également une aug-

mentation d'acide ascorbique (C), riboflavine et acide nicotinique tandis que la thiamine ne varie pas. MENTZER (1940) montre de plus que, pendant la germination des graines de Pois, la quantité de vitamine C augmente quand la germination se fait à la glacière.

CHOLODNY (1936) émet l'hypothèse que le développement des plantes subirait l'action des hormones de croissance accumulées pendant la printanisation, il confirme ensuite cette hypothèse en traitant les semences par l'hétéroauxine ou une macération d'albumen de Maïs qui est riche en substance de croissance. Ce traitement appelé « hormonisation » avance de douze jours la floraison de l'Avoine et d'une variété de Blé. Dans certains cas, la récolte était accrue de 55 % (1937). Mais HATCHER et GREGORY (1941) montrent que les quantités d'auxine contenues dans les semences des variétés de printemps et d'hiver de Seigle Petkus en cours de maturation ne présentent pas de différence, de sorte que le comportement dissemblable de ces variétés vis-à-vis des basses températures requises pour la floraison ne peut être imputé à la production d'auxine. De plus, HATCHER (1945) ne note aucune différence dans la quantité d'auxine durant la germination à basse température et à température normale, elle ne serait donc pas en cause dans le processus de printanisation. Cependant, il faut signaler les travaux de LÉOPOLD et THIMANN (1949), qui introduisent de petites quantités d'auxine à de très faibles concentrations (1 mg. par litre) dans l'Avoine induite photopériodiquement et en provoquent la floraison, tandis qu'à des concentrations plus fortes (400 mg. par litre d'acide naphtalène acétique) la floraison est supprimée. Ceci semblerait montrer que l'hormone de croissance n'est pas nécessairement opposée au fonctionnement de l'hormone de floraison supposée.

Mme TARANEZ (1948) obtient une amélioration des inductions photopériodiques normales par un trempage des graines dans des solutions étendues d'auxine (acide β indolacétique et α naphtalène acétique de 0,01 à 1 mg. par litre). CHOUARD et POIGNANT (1949), en imbibant les semences avec des solutions plus concentrées de ces produits (100 mg.

par litre) avant le traitement de printanisation, parviennent à inhiber en partie la germination et totalement la printanisation.

Il apparaît donc assez difficile de se faire une opinion des effets de ces hormones de croissance sur la reproduction et de leur rôle dans les phénomènes de printanisation.

Ajoutons encore qu'il peut exister des actions entre ces hormones de croissance et ces substances que nous appelons vitamines par similitude avec leur désignation dans le règne animal, bien qu'elles soient elles aussi des phytohormones (1), nous faisons cette différence pour les distinguer plus facilement. L'acide ascorbique agirait par un processus d'oxydo-réduction comme activateur de l'auxine (Raadts et Soduig, 1947; Raadts, 1948), tandis que la riboflavine serait capable de sensibiliser la photo-inactivation de l'acide indol-acétique (Galston et Baker, 1949), mais cette action serait seulement une conséquence de la fluorescence de ce corps (Ferri, 1951).

Tous ces travaux permettent de penser que ces différentes substances sont susceptibles d'exercer une action sur le déroulement des phénomènes de printanisation. Elles furent donc utilisées en solutions à différentes concentrations dans de l'eau bidistillée servant à humecter les semences avant le traitement par le froid.

Notre expérimentation a porté sur les substances suivantes : aneurine (vit. B_1), riboflavine ou lactoflavine (vit. B_2), amide nicotinique (vit. PP), acide nicotinique, acide ascorbique (vit. C), acide α naphtalène acétique et acide β indol-acétique. Dans tous les cas, les concentrations variaient de 500 mg. à 1 mg. par litre. A chacun de ces lots correspondait un lot témoin, constitué par des semences trempées dans ces solutions pendant vingt-quatre heures avant le semis, et enfin, un lot témoin qui avait subi un traitement normal de printanisation pendant une même durée mais après trempage avec de l'eau bidistillée seule.

---

(1) En effet, d'après Thimann, une phytohormone est une substance organique produite par une plante supérieure, capable d'agir à très faible concentration à une distance éloignée de son lieu de production et réglant la croissance ou d'autres fonctions physiologiques.

L'expérimentation porta sur le Lupin blanc et le Blé Vilmorin 27. Des durées de traitement relativement faibles pour des dates tardives de semis furent choisies afin d'apprécier plus nettement les améliorations que pouvaient apporter ces substances.

a) *Lupin blanc.*

Tous les lots hydratés avec 110 % des solutions considérées furent traités pendant trente-six jours et semés le 17 août, en même temps que des témoins traités par les mêmes solutions vingt-quatre heures auparavant.

Chez les plantes issues de graines printanisées, la première floraison débute le 17 septembre pour les lots traités avec l'amide nicotinique, l'aneurine et la riboflavine, tandis qu'elle se produit le 22 septembre dans les lots seulement printanisés sans addition d'aucune substance. Pour mettre mieux en évidence les phénomènes de floraison, nous avons établi le pourcentage moyen de plantes fleuries à différentes dates (tableau XLI), pour la première et la seconde floraison. On voit que les pourcentages sont nettement améliorés après adjonction des différentes vitamines sans qu'on puisse fixer vraiment une concentration optimum. Parmi les substances à action hormonale, l'acide β indol-acétique se montre nettement défavorable, tandis que l'acide α naphtalène acétique provoque une augmentation très nette des pourcentages à la dose de 1 mg. par litre; les doses supérieures exercent une action douteuse ou défavorable pouvant même aller jusqu'à provoquer la mort des plantes pour 500 mg. par litre. Les lots non printanisés et traités par les mêmes solutions n'accusent aucun avantage.

Ces résultats sont à rapprocher de ceux de Kerns (1942), Cooper (1942), Overbeck (1945-1946), qui induisent la floraison de l'ananas avec l'acide naphtalène acétique appliqué sur les feuilles proches des méristèmes apicaux ou la retardent si la concentration est trop élevée. De même, Léopold et Thimann (1949) constatent un accroissement de plus de 35 % du nombre des fleurs de l'Orge après application d'une solution faible d'acide naphtalène acétique sur la sur-

Substances	Concentration en mg. par l.	Première floraison		Deuxième floraison	
		26 Septembre	2 Octobre	23 Octobre	31 Octobre
		%	%	%	%
Lactoflavine	500	76	100	71	87
	50	88	100	56	50
	5	56	82	18	29
	1	92	100	67	67
Amide nicotinique	500	84	95	62	70
	50	75	92	72	75
	5	81	100	47	66
	1	53	87	36	50
Acide nicotinique	500	76	84	40	63
	50	83	100	57	66
	5	66	100	33	66
	1	80	100	55	66
Acide ascorbique	1000	50	75	66	83
	100	73	86	50	84
	10	88	100	66	91
	1	80	100	60	60
Aneurine	500	69	92	71	84
	50	78	92	69	90
	5	75	94	62	81
	1	73	86	69	71
Acide Bindol-acétique	500	16	33	21	26
	50	35	78	26	25
	5	32	72	10	10
	1	31	56	10	20
Acide naphtyl-acétique	500				
	50		75	15	23
	5	42	75	39	75
	1	64	100	84	90
Témoin		36	75	41	56

TABLEAU XLI. — *Pourcentages des pieds de Lupin blanc fleuris à différentes dates.*

face sectionnée des feuilles, tandis qu'une concentration trop élevée de ce dernier inhibe la formation des fleurs. Deux remarques doivent être effectuées ici : dans les expériences de ces auteurs, le produit est appliqué à la plante adulte, tandis que nous l'appliquons à la graine qui donnera naissance à la plante, son action est donc ici beaucoup plus tardive; la seconde concerne l'absence d'action du produit lorsque le froid n'agit pas ultérieurement. Nous devons cependant rapprocher de la première de ces remarques les observations de Cholodny et Kotchergenko (1948), qui améliorent le rendement des Citronniers l'année suivante par pulvérisation d'acide α naphtalène acétique.

b) *Blé Vilmorin* 27.

Deux catégories d'essais furent entrepris avec cette plante, tout d'abord avec des grains entiers traités comme précédemment, ensuite avec des embryons isolés traités sur des farines humectées avec les différentes solutions.

— Grains entiers.

Trois semis furent effectués à des dates différentes :

1° Celui du 19 avril 1948 intéressait les grains traités pendant quatorze jours et leurs témoins. Seuls les lots traités avec de l'amide nicotinique à 1 mg. par litre montent convenablement; dans les lots traités avec l'acide naphtalène acétique et la riboflavine à 2 mg. par litre, quelques rares pieds réussissent à monter alors que les plantes printanisées normalement ne montent pas.

2° Celui du 4 mai, après vingt-huit jours de traitement confirme le résultat précédent; le lot traité avec l'amide nicotinique monte le premier, ensuite viennent ceux traités avec l'aneurine et l'acide naphtalène acétique. La riboflavine semble ne pas confirmer le résultat précédent. Ici encore le lot seulement printanisé ne donne rien.

3° Enfin, dans celui du 19 mai, après quarante-quatre jours de printanisation, les plus avancés sont ceux traités

avec l'amide nicotinique, l'acide naphtalène acétique et l'aneurine; ils montent avec quinze jours d'avance par rapport aux sujets traités normalement qui parviennent à se reproduire. La riboflavine provoque cette fois une avance de sept jours.

Dans aucun cas les plantes issues de grains témoins humectés avec les solutions précédentes ne parvinrent à monter.

— Embryons isolés.

Ces embryons isolés sont déposés sur de la farine de Blé imbibée avec les solutions des corps considérés en suivant le mode opératoire précédemment décrit (voir p. 196). Toutes les substances sont utilisées à la concentration de 1 mg. par litre, sauf l'acide ascorbique (10 mg. par litre). Le semis effectué le 16 mai 1948 après une durée de traitement de quarante-trois jours permet encore à tous les lots printanisés de se reproduire et on note une avance de quelques jours dans les lots traités avec l'acide naphtalène acétique et l'aneurine, tandis que les autres se reproduisent à peu près à la même date. Ces résultats, sans apporter d'éléments nouveaux, confirment les précédents.

Ces deux séries d'expériences montrent l'importance des phénomènes respiratoires pendant le traitement de printanisation puisque l'addition d'une substance utile à ce phénomène améliore les effets du froid. Mais il importe de préciser que, sans l'action du froid, aucun effet ne peut être noté. Il semble donc que, si les phénomènes respiratoires jouent un rôle important, ils n'interviennent que d'une manière indirecte, comme facteurs favorisant l'accomplissement d'autres réactions encore mal déterminées. Ces expériences confirment la nécessité de l'air pendant le traitement, ce que nous avons déjà vu.

Parmi les substances hormonales, l'acide β indol-acétique exerce une action nettement retardatrice, tandis que l'acide α naphtalène acétique, à la concentration de 1 à 2 mg. par litre (suivant les plantes), produit un effet favorable, mais ici encore l'action concomitante du froid est nécessaire.

Cette étude du mécanisme de la printanisation nous conduit donc à l'envisager comme un phénomène vital; comme tel, il exige une quantité d'eau minima qui peut avec profit être augmentée. Jusqu'ici, la pratique de cette technique avait amené les auteurs à considérer qu'il fallait administrer aux semences une faible quantité d'eau; si cette donnée reste valable dans le domaine des applications agricoles, car elle ne permet qu'un très faible développement de l'embryon facilitant le semis, elle s'est montrée parfaitement erronée quand on considère que le but à atteindre est l'avance à la reproduction.

Pendant le traitement, l'atmosphère ambiante doit être constituée par de l'air renouvelé; ni un gaz inerte comme l'azote, ni le gaz carbonique, ni l'oxygène pur ne permettent le déroulement des phénomènes de printanisation. En outre, l'air raréfié ou confiné s'avère d'une efficacité bien moindre que l'atmosphère de composition normale.

La lumière artificielle administrée aux semences pendant le traitement exerce un effet favorable, à condition qu'il existe des organes réceptifs (plantules suffisamment développées). La lumière paraît posséder ici une action favorisante sur les phénomènes métaboliques, son action renforce faiblement celle des basses températures.

La localisation des phénomènes de printanisation au niveau de l'embryon nous a amené, par des techniques d'ablation, à montrer que les différentes parties de la jeune plantule, à l'exclusion des racines, jouent un rôle actif dans les phénomènes de printanisation.

Des recherches cytologiques, il résulte que le volume du noyau est augmenté et que celui de son nucléole l'est encore plus par rapport à lui. Le chondriome paraît plus abondant, constitué par des chondriosomes d'une taille légèrement supérieure; ces phénomènes sont surtout apparents dans les jeunes feuilles. Au point de vue microchimique, l'étude des réserves a montré une accumulation importante d'amidon transitoire au niveau de l'embryon, tandis que les réserves lipidiques et protéiques subissent une hydrolyse diastasique plus accentuée. Toutes ces observations permet-

tent de conclure qu'au niveau même des organes jouant un rôle primordial dans la printanisation, il existe des substances utilisables immédiatement pour des synthèses.

Les constatations cytochimiques sont confirmées par les dosages chimiques effectués sur ces mêmes semences. On a pu ainsi mettre en évidence une augmentation de glucides insolubles et de glucides solubles au niveau de l'embryon, ainsi qu'une hydrolyse des composés azotés de réserve. Il ressort des travaux de Dupéron (1946) et de David (1951) que la lipolyse est accentuée pendant le traitement.

Enfin l'apport de vitamines hydrosolubles entrant dans la composition de certains enzymes respiratoires a montré encore le rôle des phénomènes respiratoires au cours du traitement. Ce dernier a d'autre part été amélioré par une substance synthétique à action hormonale, l'acide α naphtalène acétique.

CHAPITRE II

LE ROLE RESPECTIF DE LA PRINTANISATION ET DES FACTEURS EXTERNES DANS LE DETERMINISME DE LA REPRODUCTION

Les expériences culturales mentionnées dans la première partie ont montré qu'un même traitement de printanisation appliqué à une plante peut présenter une efficacité variable selon la date du semis. Cette différence de comportement est en dépendance étroite avec les variations des facteurs externes auxquels elle se trouve soumise. Parmi ces facteurs, les éléments minéraux du sol ne variant pas, seules la lumière et la température restent à considérer. Les cultures étaient entreprises après une printanisation, soit normale, soit accompagnée d'expérimentations complémentaires; elles étaient poursuivies dans les conditions naturelles comportant, bien entendu, les variations inévitables de différents facteurs non négligeables. Il importait donc de tenter d'établir le rôle précis de ces derniers. C'est ce que nous allons essayer de rechercher ici en vue de déterminer la part qui incombe au traitement et celle qui doit être attribuée à la lumière et à la température pendant la culture.

La lumière joue un rôle primordial dans les phénomènes de reproduction chez les végétaux, les innombrables travaux publiés à ce sujet en témoignent. Il fallait donc orienter les recherches dans cette voie, afin d'établir les variations de comportement des plantes printanisées et témoins en fonction de ces facteurs. La difficulté réside dans le fait que

lumière et température sont intimement liées dans les conditions naturelles et que leur dissociation ne peut s'effectuer en milieu normal.

Nous établirons d'abord le rôle possible de la température dans les phénomènes de reproduction, puis nous examinerons l'action de la lumière pendant la culture des plantes printanisées et des témoins en essayant, dans une partie de cette étude, de l'isoler du facteur température.

ROLE DE LA TEMPERATURE

La plupart des plantes traitées n'ont pas manifesté un besoin absolu de froid, telles sont le Lupin et bien d'autres plantes dont les lots témoins parviennent presque toujours à se reproduire. Cependant, le Blé Vilmorin 27, céréale d'hiver, semblait plus exigeant puisque, à partir d'une certaine date, la reproduction n'était plus possible chez les témoins. Le froid paraît donc ici indispensable. Cependant, Ulrich et Ildis (1949) ont signalé que ce même Blé, semé le 1er mars, peut monter et fructifier sans traitement préalable. C'est dans le but de préciser le rôle du froid que l'expérience suivante fut entreprise.

Le 19 janvier 1949, ont été semés en serre et en plein air des grains printanisés trente-neuf jours et témoins. Dans la serre chauffée régnait une température moyenne de 15°C. (le minimum enregistré étant de 10°C. atteint accidentellement pendant quelques heures). Ajoutons que, dans cette serre, la culture s'effectuait en lumière continue. L'éclairage nocturne d'appoint était fourni par des tubes fluorescents Claude Paz et Silva de 1 m. 25 de long, type « Lumière du jour », placés à 95 cm. au-dessus du semis.

Toutes les plantes montent et fleurissent dans de telles conditions, mais elles accusent un retard de dix jours dans les lots traités et de quinze jours dans les lots non traités par rapport à leurs homologues de plein air qui fleurissent en même temps le 24 juin.

Ici, l'atmosphère étant conditionnée à une température moyennement élevée, on peut conclure que le froid ne paraît pas indispensable à la montée et à la floraison du Blé. Il ne faut pas négliger l'association de la lumière continue dont l'administration a peut-être suppléé l'absence du froid, le Blé étant une plante de jour long. Il importe donc maintenant de préciser les modalités d'action de la lumière.

ROLE DE LA LUMIERE

Deux techniques ont permis d'étudier l'action de la lumière. En premier lieu, les expériences ont été conduites en serre chauffée afin de limiter les fluctuations naturelles de température, avec un apport supplémentaire de lumière; en second lieu, elles furent poursuivies dans les conditions normales de température avec possibilité d'augmenter ou de réduire la durée d'éclairement.

1. *Culture à température constante avec appoint de lumière* (en serre).

Le dispositif expérimental utilisé ici est identique au précédent. Des semences de Blé Vilmorin 27, printanisées soixante jours et témoins, furent semées le 20 décembre 1949 en serre et en pleine terre. Dans la serre, nous avons constitué deux groupes de plantes, chacun d'eux comprenant un lot printanisé et un lot témoin. Ces groupes diffèrent par la durée d'exposition à la lumière continue, cette dernière étant administrée au début de la croissance durant un mois pour l'un et trois mois et demi pour l'autre. A partir du 4 avril 1950, la température extérieure étant identique à celle de la serre, les plantes ont été placées en plein air. Cependant l'examen des bandes du thermomètre enregistreur montre qu'elles ont subi à partir de ce moment un total de vingt-deux heures de froid (température comprise entre 2° et 4°C.) pendant certaines nuits. Cette durée est dérisoire quand on la compare aux durées normales nécessaires pour la printanisation (R. David et J. Sechet, 1951).

Dans ces conditions, nous avons constaté que toutes les plantes montent, fleurissent et fructifient, néanmoins, celles qui appartiennent au lot non printanisé ayant subi trois mois et demi de lumière continue, montent et fleurissent normalement, mais 14 % d'entre elles seulement ont des épis fructifiés.

	Culture en plein air		Culture trois mois et demi en serre			
			Un mois lumière continue		Trois mois et demi lumière continue	
	P. 60	T.	P. 60	T.	P. 60	T.
Début de la montée	18 avril	19 avril	11 avril	13 avril	14 avril	17 avril
Epiaison	26 mai	26 mai	26 mai	26 mai	26 mai	4 juin
Floraison	2 juin	2 juin	2 juin	6 juin	2 juin	15 juin
Maturité	24 juin	25 juin	22 juin	30 juin	24 juin	10 juillet

Tableau XLII. — *Dates caractéristiques de la reproduction du Blé Vilmorin 27 semé le 20 décembre 1949.*

Le tableau XLII donne les dates relevées pour les différents stades conditionnant la reproduction.

Ainsi, le début de la montée est sensiblement plus précoce en serre qu'en plein air et il l'est davantage pour les lots printanisés. L'épiaison a lieu simultanément pour presque tous les lots sauf pour les témoins de la serre ayant subi trois mois et demi de lumière d'appoint chez lesquels elle est nettement retardée. La floraison apparaît avec quatre jours de retard chez les non printanisés cultivés en serre avec un mois de lumière continue; le retard est plus marqué

(treize jours) lorsque la durée d'illumination est plus longue (trois mois et demi). La fructification suit sensiblement les mêmes variations.

Nous voyons donc que le raccourcissement considérable de la période de froid n'est pas un obstacle à la reproduction. Par contre l'illumination provoque un retard d'autant plus marqué qu'elle est plus prolongée, quand elle s'applique à des plantes n'ayant pas subi les basses températures. Il semble que si le froid n'est pas indispensable pour provoquer le développement de cette céréale, il exerce néanmoins une action favorisante, car un apport supplémentaire de lumière reste sans effet sur les sujets printanisés.

Les données de cette expérience permettent de mieux interpréter les résultats obtenus lors de l'étude sur le rôle de la température : ainsi, l'avance enregistrée dans les lots cultivés en plein air par rapport à ceux de la serre est imputable au supplément favorable de basse température existant en plein air. La preuve est apportée par la floraison simultanée des lots P. 39 et T. de plein air pour lesquels les basses températures hivernales ont suffi à assurer la quantité de froid nécessaire. Pour le lot printanisé de la serre, le retard ne peut être attribué à un effet défavorable du supplément de lumière puisqu'au cours de la dernière expérience, les plantes printanisées se sont montrées indifférentes à un éclairage excessif.

Il semble donc possible d'envisager que la reproduction dépend principalement des conditions de température. Dans la serre où règne une température moyenne (15°C.), les fortes chaleurs du début de l'été furent tempérées, dans la première expérience (A. Rôle de la température), par la présence de paillassons interceptant les rayons solaires calorifiques. La durée d'illumination étant plus grande à l'intérieur du fait de l'éclairage continu, il convient donc de considérer que ce sont les températures élevées du début de l'été qui, survenant prématurément dans le cas de semis tardifs, constitueraient l'obstacle à la reproduction plutôt que l'absence de basse température ou qu'une illumination trop prolongée.

Une trop longue durée d'illumination retarde mais n'empêche pas la reproduction. C'est donc l'association température élevée et lumière abondante qui supprime les possibilités de reproduction dans les conditions de l'expérience.

2. *Culture à température variable avec réduction de lumière* (en pleine terre).

L'action défavorisante d'une illumination prolongée sur des plantes témoins vient d'être démontrée. Est-ce à dire que la lumière n'est pas indispensable pour la reproduction ? C'est la question que nous allons examiner ici en diminuant la durée d'illumination.

Dans ces expériences, la durée d'éclairement était limitée en plaçant sur les plantes des cages d'assez grand volume (un mètre cube environ) recouvertes de papier noir, réalisant ainsi une obscurité totale. Les semis se trouvaient disposés de manière à éviter que les rayons solaires ne viennent frapper directement les cages, ce qui aurait provoqué une élévation de température à l'intérieur de celles-ci.

Une première expérience fut entreprise avec l'Avoine grise d'hiver cultivée avec des durées d'éclairement journalier de cinq heures trente, dix heures et en lumière normale. Les semis furent effectués le 22 mai 1949 avec des lots de grains printanisés pendant vingt-sept, quarante et un et soixante et un jours et témoins. Pour une durée de jour très réduite (cinq heures trente), aucun lot ne parvient à monter; pour dix heures de lumière, seul le lot P. 61 se reproduit, et, en lumière normale, tous les lots printanisés se reproduisent tandis que le lot témoin reste acaule.

Nous voyons que la printanisation est capable d'améliorer les conditions de la reproduction d'une plante privée d'une partie de la lumière (P. 61, jour de dix heures), à condition que le traitement soit assez prolongé, P. 27 et P. 41 ne donnent rien en jour de dix heures, tandis qu'en jour normal, ils peuvent se reproduire.

La printanisation peut donc, dans une faible mesure, suppléer à l'insuffisance de lumière. Mais la lumière réduite

ou normale est insuffisante pour induire la phase reproductive des plantes témoins.

Une expérience similaire, entreprise à la même date avec le Blé Vilmorin 27 (P. 51, P. 40, P. 28 et T.), ne fournit aucun résultat, aucune montée ne put être observée. Reprise avec un semis effectué le 3 avril 1951, comprenant des lots de grains témoins et printanisés pendant cent seize, quatre-vingt un et quarante jours, cette expérience, conduite avec un éclairement naturel d'une part, et limité à dix heures d'autre part, permit les constatations suivantes : en lumière normale, les lots printanisés montent et fleurissent le 6 juillet, tandis qu'en lumière réduite, à la même date, le chaume en voie d'allongement ne comprend que trois entre-nœuds mesurant de 15 à 27 cm. de hauteur. Aucun des lots témoins ne parvient à amorcer la montée.

Cette expérience confirme la précédente et montre l'utilité d'une lumière normale associée au froid dans le cas du Blé.

3. *Culture à température variable avec addition ou réduction de lumière* (en pots).

Jusqu'ici, l'étude de la lumière a porté sur des espèces qui perdent la propriété de se reproduire à partir de semis printaniers tardifs. Nous allons maintenant considérer une plante qui paraît indifférente à la tardiveté du semis, le Lupin blanc. Les semis effectués très tardivement, le 18 août 1950, comprenaient des lots P. 53, P. 36 et T. La culture eut lieu dans des conditions variables d'éclairement : lumière très réduite (six heures trente), lumière réduite (dix heures), lumière normale et lumière continue. Pour cette dernière catégorie, nous disposions de tubes luminescents identiques à ceux utilisés précédemment auxquels nous adjoignions deux ampoules à incandescence de 100 watts afin de compléter la gamme des radiations émises par les tubes, chaque groupe contenait deux tubes et deux ampoules placés à 95 cm. au-dessus des cultures.

L'influence de la lumière et celle de la printanisation se font nettement sentir dans les résultats de la floraison. Les

	P. 53				P. 36			
Lumière	6 h. 30	10 h.	Normale	Continue	6 h. 30	10 h.	Normale	Continue
Première floraison :								
26 septembre	0	36	55	100	0	25	83	85
2 octobre	11	76	70	—	50	50	83	85
6 octobre	33	100	77	—	50	62	91	100
10 octobre	66		77					
16 octobre	72		100		100	87	100	
23 octobre	100							
Deuxième floraison								
10 octobre				13				
16 octobre		12	32	62			9	37
23 octobre		37	66	88		38	41	84
7 novembre	25	52	100	100	10	50	56	84

TABLEAU XLIII. — *Pourcentage des pieds de Lupin blanc fleuris à différentes dates. (Semis du 17 août 1950).*

lots témoins ne parviennent en aucun cas à fleurir. Le tableau XLIII indique les pourcentages de pieds fleuris aux différentes dates. A quelques exceptions près, il faut remarquer que l'amélioration des pourcentages suit l'importance des durées de traitement et d'éclairement. Le nombre des

fleurs composant les inflorescences se montre lui-même sous la dépendance de la lumière, alors qu'il est de quatre en moyenne dans les lots (P. 53 et P. 36) cultivés en lumière réduite (six heures trente), il augmente avec les durées de printanisation et d'illumination (P. 36 : 7, P. 53 : 8 en jour de dix heures; P. 36 : 8, P. 53 : 10 en jour normal; P. 36 : 9, P. 53 : 10 en lumière continue). La formation des fruits, impossible en jour de six heures trente, s'accomplit d'autant mieux que la lumière augmente.

Dans le cas particulier de la culture du Lupin, la lumière seule, même prolongée, est encore incapable de provoquer la floraison des témoins, cependant elle exerce une action favorable sur les plantes printanisées.

Quelle que soit la durée d'illumination, s'il n'y a pas l'action préalable des basses températures, la floraison ne peut avoir lieu pour cette date si tardive de semis. Il faut donc attribuer l'influence empêchante aux températures élevées de l'été, agissant prématurément, comme nous l'avons vu pour les céréales.

4. *Culture à température variable avec réduction de lumière après traitement à la lumière ou à l'obscurité.*

Les expériences poursuivies pendant le traitement ont montré que la lumière associée au froid renforçait les effets de ce dernier. Afin d'apprécier si cet éclairement précoce pouvait dispenser la plante adulte d'une certaine quantité de lumière et permettre la reproduction, l'expérience suivante fut entreprise.

Des semences de Blé Vilmorin 27 printanisées pendant quarante jours, soit en lumière continue, soit à l'obscurité, avec 30, 60 ou 90 % de leur poids d'eau, sont mises en terre le 3 avril 1951 et cultivées, les unes sous lumière normale, les autres en jour réduit à dix heures.

L'état des plantes le 6 juillet est résumé dans le tableau XLIV. On voit par là que la lumière administrée pendant le traitement ne compense que très peu l'absence de lumière pendant la culture; la hauteur du chaume est légèrement supérieure après printanisation en lumière. Cette

avance se retrouve dans les lots cultivés en lumière normale où la floraison est plus précoce de deux ou trois jours.

L'avance conférée par le traitement en lumière est donc la même dans les deux modes de culture, il ne peut donc

Traitement			CULTURE EN	
		% eau	Jour normal	Lumière réduite (10 h.)
Printanisé	Obscurité	90	Floraison 43-51	4 e.n. 18
		60	Floraison 43-51	3-4 e.n. 15
		30	Floraison 39-51	3 e.n. 13
	Lumière	90	Floraison 39-49	4 e.n. 28
		60	Floraison 46-56	4 e.n. 27
		30	Floraison 39-50	3 e. n. 17
Témoin			Pas de chaume Hauteur totale 30.	Pas de chaume Hauteur totale 15

Tableau XLIV. — *Etat des plantes de Blé Vilmorin 27, semées le 3 avril 1951, à la date du 6 juillet,*

(Les nombres expriment les hauteurs des chaumes en cm., e.n. = entre nœuds).

être question de suppléer l'absence de lumière en culture par une addition de lumière au cours du traitement par le froid. La lumière favorise donc seulement les phénomènes de printanisation mais ne peut, à ce moment-là, suppléer

les restrictions de lumière en culture. La lumière pendant la printanisation possède donc une action très différent de la lumière pendant la culture.

Toutes ces observations effectuées pendant le développement complet de la plante ont montré que, dans le cas du Blé d'hiver, le froid n'était pas indispensable à la reproduction mais qu'une lumière excessive exerçait un effet retardateur. Avec l'Avoine grise d'hiver, la printanisation peut, dans une faible mesure, suppléer l'insuffisance de lumière (reproduction possible du P. 61 en jours de dix heures). Mais dans tous les cas, la lumière seule se montre impuissante à déclencher la reproduction, ceci sous des conditions de température élevée. C'est cette température élevée plutôt que l'absence du froid ou que les conditions d'illumination qui constituerait l'obstacle majeur en l'absence préalable de froid (Blé, Lupin). L'action de la lumière est profitable lorsqu'elle est précédée de celle du froid. La lumière administrée pendant le traitement améliore les effets de ce dernier mais reste malgré tout incapable de suppléer une déficience de lumière pendant la culture.

D'après ces résultats, nous pouvons envisager le rôle possible du traitement par le froid dans les phénomènes de reproduction. On sait que l'hormone de floraison paraît s'élaborer sous l'influence de la lumière, or les expériences sur le Lupin ont donné des résultats similaires après action du froid pendant la germination ou de la lumière pendant la culture. Il apparaît que le séjour au froid déclencherait un phénomène analogue à celui qui se déroulerait sous l'action de la lumière en favorisant la formation ultérieure de cette hormone. Mais cette synthèse ne s'effectuerait que partiellement, il ne se formerait qu'un précurseur. L'étape décisive, sa transformation en hormone de floraison, ne pourrait s'effectuer que sous l'action de la lumière, même parfois lorsque la durée d'illumination est limitée, et ceci pendant la vie active normale de la plante (expérience sur

le Blé printanisé en lumière et cultivé en lumière réduite et en lumière normale). Ces constatations confirment celles de Gregory et Purvis.

Cependant, nous devons signaler que malgré tous les arguments en faveur de l'existence de ce précurseur, l'essai de mise en évidence est resté infructueux.

En effet, des plantules de graines de Lupin blanc printanisées pendant cinquante jours et de graines témoins furent séparées des cotylédons; de chacun de ces quatre lots, un jus de presse fut obtenu et injecté dans les cotylédons chlorophylliens de jeunes plantes (5 cm. de haut) de Lupin témoins afin de tenter de leur transmettre les propriétés acquises au cours du traitement. Aucune différence ne put être notée tant dans les lots inoculés avec du suc de graines printanisées que de graines témoins, que ce suc provienne de plantules ou de cotylédons. Ces résultats ne devaient pas nous surprendre puisque jusqu'ici, à notre connaissance, aucune tentative de ce genre n'avait été couronnée de succès, cependant nous avons appris que récemment Roberts (1951) avait réussi à induire la floraison avec des extraits au 1/10.000 de *Xanthium echinatum;* la substance appliquée serait un précurseur mais non le « florigène »; il est même parvenu à établir qu'il s'agirait de sels minéraux d'acides gras.

Le résultat a été aussi négatif en ce qui concerne l'action des solutions de vitamines ou d'auxines fournies aux plantes de Blé Vilmorin 27 par adjonction hebdomadaire de ces substances à différentes concentrations à la terre des pots dans lesquels elles étaient cultivées. Les solutions d'un seul de ces corps ou de plusieurs d'entre eux n'ont entraîné aucune possibilité, aussi faible soit-elle, de reproduction. Ce résultat ne devait pas nous surprendre, car J. Bonner et H. Bonner (1948) signalent que les vitamines ajoutées au milieu de culture de plantes n'exercent aucune action. Pourtant, les résultats de Sandoz (1945) montrent des avances à la floraison chez les Zinnias, Reine-Marguerite et Marjolaine vivace après action de l'aneurine.

DISCUSSION DES RESULTATS

La printanisation obtenue après un séjour au froid des semences favorise, dans bien des cas, la reproduction des végétaux; elle réclame, pour être efficace, une vie active des plantules. Nos expériences ont montré que tous les facteurs agissant dans ce sens renforcent l'action des basses températures. L'hydratation des semences joue un rôle primordial, il faut une quantité d'eau minimum et tout accroissement de cette quantité entraîne une amélioration des effets du traitement, on a pu ainsi augmenter d'une façon importante les proportions d'eau et obtenir des résultats spectaculaires. L'atmosphère dans laquelle se trouvent les plantules doit être l'air, toute modification de sa composition ou sa raréfaction se traduisent par un résultat inférieur. La lumière elle-même, quoique peu efficace, renforce l'action du traitement à condition qu'il existe des organes récepteurs, des plantules suffisamment développées.

Le déroulement des phénomènes de printanisation se situe dans l'embryon en voie de développement, l'albumen des céréales ne joue qu'un rôle trophique. Une tentative de localisation plus précise chez le Blé conduit à considérer que toutes les parties de l'embryon, à l'exclusion des racines primordiales, sont actives. Le rôle du scutellum n'a pu être précisé mais le coléoptile, nécessaire pendant le traitement, paraît défavorable dès la mise en culture; la première feuille, dont l'ablation peut être pratiquée sans dommage, se montre aussi utile pendant qu'après le traitement. Il semble donc possible d'envisager que les phénomènes de printanisation sont localisés au niveau des constituants de la gemmule et peut-être de la tigelle et du scutellum (malheureusement il ne nous a pas été possible d'intervenir sur ces organes), en corrélation avec le coléoptile qui paraît apporter pendant le traitement un facteur favorisant, on sait qu'il est le siège d'une élaboration importante d'auxine.

Les investigations par les techniques cytologiques permettant l'observation des transformations à l'échelle cellulaire ont montré un léger accroissement du volume du noyau

mais c'est surtout le rapport *volume du nucléole/volume du noyau* qui augmente considéralement. Le chondriome, peu transformé morphologiquement, paraît cependant être constitué par une plus grande abondance de mitochondries dont la taille est accrue. Ces transformations doivent-elles être considérées seulement comme une conséquence de la température sans qu'elles soient susceptibles de participer à l'accomplissement de la printanisation? Il paraît difficile de répondre catégoriquement, les connaissances actuelles sur le rôle de ces constituants sont insuffisantes et souvent imprécises. Nous ne pouvons nous permettre de formuler des hypothèses basées elles-mêmes sur d'autres hypothèses. Nous devons seulement constater que ces cellules, dont l'accroissement se montre favorable au résultat, conservent des constituants de cellules jeunes à différenciation peu poussée et que cet état se prolonge pendant une longue période tandis que, dans les conditions normales à température plus élevée, leur évolution est beaucoup plus rapide. Il existe donc, dans ces plantules, des cellules en voie d'accroissement qui conservent les potentialités de cellules embryonnaires et, comme telles, sont susceptibles de posséder des activités spéciales, perdues ou amoindries par la différenciation.

Les substances de réserve existant à l'état figuré dans l'embryon subissent d'importantes transformations; on assiste à une lipolyse accentuée, à une synthèse d'amidon transitoire qui se trouve localisé dans le scutellum, dans les jeunes feuilles et dans la tigelle.

Du point de vue chimique, ces réserves glucidiques se montrent beaucoup plus abondantes, il existe en effet un taux de glucides solubles nettement élevé s'accompagnant d'une diminution des glucides insolubles dans le grain entier, tandis que, dans les plantules isolés, il s'effectue un accroissement concomitant des formes solubles et insolubles. Les substances azotées subissent une hydrolyse et le taux de l'azote soluble se trouve légèrement augmenté dans les semences traitées. Des travaux de Duperon sur les grains de Blé entiers et de David sur les plantules isolées, il résulte que la quantité de lipides de réserve diminue constamment.

Ces lipides semblent être repris dans le métabolisme des glucides et pourraient être utilisés pour des synthèses encore inconnues. Ces constatations amènent à considérer la possibilité de synthèses secondaires à partir de ces substances dont la taille des molécules a été réduite par des hydrolyses enzymatiques, étant ainsi rendues facilement utilisables .

Ces constatations ne permettent pas, comme nous le voyons, d'envisager avec certitude le mécanisme intime de ces phénomènes. Après d'autres auteurs, nous avons alors considéré l'éventualité d'un processus hormonal. Ici, les moyens d'investigation sont limités, des tentatives d'injection, dans les cotylédons de jeunes plantes de Lupin, de jus de presse de plantules et de cotylédons de graines printanisées sont restées vaines. Il est possible que la diffusion du liquide ne s'effectue qu'imparfaitement et n'atteigne pas toutes les cellules de la même manière que ce qui paraît être réalisé sous l'action du froid. Considérant que certaines substances se forment en quantité appréciable au moment de la germination, nous avons, d'une manière un peu empirique, essayé de faire agir des solutions de ces phytohormones pour imbiber les semences de Blé et de Lupin, soit avant le traitement, soit seulement avant le semis, sans aucun traitement préalable. Une durée de traitement faible fut appliquée afin de pouvoir noter les améliorations qui résultent de la présence de certaines substances. Les vitamines entrant dans la composition de ferments respiratoires (amide nicotinique, aneurine, lactoflavine) ou une auxine (acide α naphtalène acétique) se sont montrées favorables mais seulement après le traitement. L'acide ascorbique ne paraît apporter qu'une amélioration inconstante tandis que l'acide β indol acétique agit défavorablement en retardant la floraison sans que les concentrations utilisées (1 à 500 mg. par litre) favorisent la croissance. Ce fait pourrait surprendre puisqu'on a vu précédemment l'utilité du coléoptile, organe de production de l'hormone de croissance, la quantité fournie par lui suffirait et tout excès provoquerait un effet dépressif tant sur la croissance que sur la reproduction. Il est donc possible de stimuler légèrement le déroulement des phénomè-

nes de printanisation par adjonction de substances entrant dans la composition de ferments respiratoires et jouant un rôle dans le métabolisme des glucides; on a déjà pu juger de la part active que peuvent prendre ces mécanismes dans l'accomplissement de la printanisation (air et glucides indispensables en cours de traitement).

Nous nous trouvons donc en présence d'un mécanisme complexe pour lequel les techniques actuelles s'avèrent impuissantes à déterminer la nature exacte. Aucune des constatations effectuées ici ne paraît suffisante à elle seule pour déterminer l'état printanisé, de plus on est toujours en droit de se demander si chacun des changements intervenant est seulement la conséquence du froid ou s'il peut être une cause de cet état printanisé. De l'ensemble des faits observés, on peut seulement émettre une hypothèse. Du fait de la localisation relativement étendue de ce phénomène, des modifications cytologiques et chimiques, de l'action des phytohormones et des remarques effectuées en cours de culture (Lupin) on peut supposer l'existence d'une substance à action hormonale ou d'un précurseur qui s'élaborerait aux basses températures au sein de ces cellules conservant des potentialités embryonnaires, grâce aux substances de réserve transformées et directement utilisables.

Au cours des expériences culturales, la printanisation s'est quelquefois montrée impuissante à induire la reproduction. Il existe donc d'autres facteurs qui interviennent pendant la culture. L'analyse de ces facteurs physiques a montré qu'une température moyennement élevée permet la reproduction du Blé, ce qui montre que si le froid est un facteur favorisant, il n'est cependant pas indispensable. Il améliore les conditions de la reproduction et peut suppléer partiellement une induction photopériodique insuffisante (Avoine), la suppléance étant d'autant plus marquée que le traitement est d'une durée plus longue. Pas plus qu'il n'est possible de déterminer la reproduction avec une photopériode par trop insuffisante et une réfrigération prolongée, il n'a été possible de la provoquer avec une lumière continue, agissant sans froid préalable et sous des températures estivales élevées.

D'autre part, l'application de la lumière qui, pendant le traitement, possède la propriété d'améliorer les résultats ne peut remplacer, même partiellement, sa déficience au cours de la culture, son action sur les plantules est de toute autre nature. Les basses températures qui, nous l'avons vu dans la première partie, favorisent en premier lieu la « montée » chez les céréales, provoquent chez le Lupin la précocité de la mise à fleur mais le nombre des fleurs reste en étroite dépendance avec la lumière reçue par la plante.

En reprenant l'hypothèse d'une élaboration de nature hormonale pendant le traitement, nous pouvons ajouter que, si cette substance est capable de provoquer la floraison, elle exige néanmoins la présence de la lumière et agit d'autant mieux que la photopériode est convenable et, dans certains cas (Lupin), plus longue. Il existe une similitude d'action entre les basses températures et la lumière, chacune ne pouvant à elle seule induire la floraison mais leur combinaison permettant de réduire l'une d'elles, leur action paraît donc concordante. La preuve de l'existence d'une hormone de floraison élaborée sous une photopériode convenable étant déjà faite, nous voyons, dans cette similitude d'action, une nouvelle raison venant étayer l'hypothèse d'une substance à activité hormonale formée pendant la printanisation. Mais cette substance n'est pas directement active, l'action de la lumière est requise pour déclencher la floraison. Il s'agit donc plutôt d'un précurseur qui, sous l'action de la lumière, se transformerait en hormone de floraison. Il faut cependant noter que, chez la plupart des espèces étudiées, ce précurseur se formerait en l'absence des basses températures, mais sa formation serait plus lente à mesure que la température s'élèverait (à température moyenne le Blé se reproduit en l'absence de froid), elle deviendrait impossible à température trop élevée (Blé, Lupin) : nous avons vu en effet que les hautes températures étaient plus défavorables à la plante qu'une trop longue photopériode. On peut donc concevoir l'élévation de température comme nuisible à l'élaboration de ce précurseur. Mais ceci paraît surprenant car de telles élévations de température favorisent généralement les réac-

tions. Il serait plus plausible d'admettre que ce précurseur, dont l'édification est encore possible à basse température, s'accumule tandis qu'à une température plus élevée il serait soit utilisé pour d'autres réactions et perdrait alors sa spécificité, soit inactivé par une réaction antagoniste; avec l'élévation de température, l'un ou l'autre de ces deux processus pourrait s'accroître davantage que la formation du précurseur, ils se trouveraient en outre bloqués par la réfrigération. En un mot il existerait dans le phénomène de printanisation deux phéomènes, deux mécanismes antagonistes, l'un tendant à créer un précurseur et pouvant avoir lieu à basse température, l'autre aboutissant à la neutralisation de ce précurseur, par destruction ou réutilisation, et fonctionnant seulement à des températures plus hautes et d'autant mieux qu'elles sont plus élevées, ils n'existeraient donc pas à basse température.

CONSIDERATIONS GENERALES

Au terme de cette étude, il convient de dégager les notions générales qui en résultent. De nombreux auteurs, aussi bien en France qu'à l'étranger, travaillent actuellement sur cette question qui, tout en progressant continuellement, est loin d'être complètement éclaircie, c'est donc, dirons-nous, un « sujet d'actualité ». Chaque Auteur ou chaque Ecole, par des travaux importants et minutieux, est parvenu à formuler une hypothèse. Au cours de notre historique, nous avons rappelé les principales, nous allons maintenant examiner l'ensemble de nos résultats et comparer l'hypothèse que nous avons été amené à formuler avec celles déjà connues.

La printanisation apparaît bien comme une technique susceptible de rendre possible ou d'activer les phénomènes de reproduction. On sait que les semis printaniers tardifs de variétés de céréales d'hiver donnent des plantes qui restent en herbe, or un traitement de printanisation effectué avant le semis permet la montée et la fructification. Dans bien d'autres cas, la reproduction a lieu même après un semis tardif, un traitement par le froid des semences germées active alors le déroulement du développement et lui permet de s'effectuer dans des conditions normales. Si le bénéfice est d'abord qualitatif, il est en même temps quantitatif; nous avons vu les améliorations de rendement que pouvait provoquer ce traitement. Au point de vue morphologique, les plantes traitées présentent, pendant le début de

leur vie, un nombre de feuilles supérieur à celui de leurs témoins. Ensuite, chez ces derniers demeurant plus longtemps à l'état végétatif, le nombre des feuilles s'accroît mais les dimensions de ces feuilles et surtout leur largeur restent inférieures à celles des plantes printanisées. La hauteur définitive des tiges après printanisation est en général supérieure chez les plantes qui « montent » et inférieure chez celles qui ne montent pas, quoique, dans ce dernier cas, nous ayons noté des exceptions. Le système radiculaire est souvent moins développé, ce qui permet de supposer que le bénéfice du traitement ne peut être attribué à une absorption plus importante de substances nutritives.

De nos expériences culturales il résulte que, contrairement à la « théorie phasique du développement » de Lysenko, les plantes ne manifestent en général qu'un besoin faible de basses températures; le froid stimule la floraison mais n'est que rarement indispensable (*Œnothera biennis, Isatis tinctoria,* Chouard, 1950), la « thermophase » peut donc se dérouler plus lentement à des températures plus élevées. Il convient plutôt de considérer l'action empêchante des hautes températures pendant la culture.

On a cru un certain temps que les plantes de jour long exigeaient une printanisation par les basses températures tandis que celles de jour court demandaient la printanisation par la chaleur. Or, parmi les plantes de jour long étudiées, certaines paraissent ne pas bénéficier du traitement (Lin, Capucine par exemple) tandis qu'au contraire, le Tournesol, plante de jour court, peut, dans certaines conditions, fleurir plus précocement. On ne peut donc établir de distinction rigoureuse sur ces caractères, il faut considérer que le mode de réponse est un caractère spécifique et même variétal, qui dépend de l'aptitude à synthétiser l'hormone florigène, or celle-ci paraît identique chez les deux types de plantes (von Denffer, 1947).

On ne peut, d'une manière précise, définir une durée optimum de traitement pour une espèce donnée. Nous avons vu en effet qu'une même durée cesse d'être efficace à mesure que le semis devient plus tardif et que, suivant la date, le

maximum d'effet est obtenu pour une durée d'autant plus longue que le semis est plus tardif. Il y a donc lieu de déterminer la durée efficace non seulement pour l'espèce considérée mais aussi pour la date à laquelle doit être effectué le semis.

Lorsqu'on prolonge trop le traitement, on aboutit à un effet dépressif sur les phénomènes de croissance et de reproduction. Nous suggérons ici qu'il faut distinguer l'action prolongée du froid qui pourrait agir directement sur les phénomènes de printanisation de celle qui résulterait d'un appauvrissement trop marqué des réserves de la graine ne permettant pas un développement normal de la plantule; cette dernière donne alors naissance à une plante débile. Nous avons vu en effet, à propos du Blé Vilmorin 27, qu'après cent quinze jours de printanisation (semis du 3 mars 1940) ce lot donne des plantes morphologiquement amoindries (taille faible, nombre de feuilles réduit) qui cependant amorcent la montée avant toutes les autres, or la montée est le premier phénomène influencé par la printanisation. Donc, dans ce cas, le traitement prolongé ne paraît pas nuire au déroulement de la printanisation, mais il semble plutôt que la plantule se soit trouvée, en fin de traitement, en présence d'une quantité de substances de réserve extrêmement réduite entraînant la débilité des plantes.

De même il n'existe pas à proprement parler de durée minima de traitement, pour des durées même très faibles, il existe toujours un effet partiel, quelquefois difficilement perceptible. Seule l'obtention de l'effet maximum requiert la durée optima. La printanisation est donc un processus qui se déroule progressivement.

Rares sont les plantes qui se montrent totalement indifférentes à l'action du froid. Si le résultat attendu sur la reproduction n'est pas atteint, il y a souvent une amélioration sur un phénomène précis de la croissance ou du développement, effet partiel qui n'en existe pas moins et qui traduit une certaine activation des phénomènes métaboliques.

Nous avons remarqué, en outre, que la précocité entraînée par le traitement pouvait se transmettre à la descendance.

Il ne s'agit pas de mutation car les effets s'atténuent à la longue et finissent par disparaître si on ne renouvelle pas le traitement. Nous ne pouvons que suggérer la possibilité d'une transmission de ces caractères par le cytoplasme comparable aux phénomènes d'hérédité cytoplasmique. Toutefois les résultats que nous avons obtenus ne nous permettent pas de conclure d'une manière ferme à ce sujet et ne peuvent en aucun cas être rapprochés de ceux de MATHON (1951) et des auteurs russes.

Le traitement, pour être efficace, exige l'air atmosphérique, GREGORY et PURVIS l'ont déjà signalé, toute autre atmosphère conditionnée entraîne des effets moindres ou nuls. De plus, une quantité d'eau suffisante doit être administrée aux semences ; on peut avec profit l'augmenter, on obtient alors des plantules développées, ce qui constitue un obstacle lors des applications pratiques dans l'agriculture. Une augmentation de durée de traitement ou un accroissement de la quantité d'eau améliore la printanisation, dans le second cas, l'effet dépressif est plus vite atteint. Ceci montre qu'en favorisant la croissance et les phénomènes métaboliques on améliore le déroulement du phénomène et qu'on ne peut attribuer les effets du traitement à un blocage de la croissance ou à un ralentissement du métabolisme ralenti par l'insuffisance d'eau. La lumière administrée pendant le traitement, comme l'avaient signalé les premiers auteurs russes, apporte une amélioration à condition toutefois que son action s'exerce sur des plantules suffisamment développées, ce qui n'a pas lieu dans les conditions normales de traitement. Nous constatons donc que l'augmentation de la quantité d'eau ou l'adjonction de lumière pendant le traitement joue un effet analogue mais cependant plus faible qu'une augmentation de la durée de ce dernier.

Le siège des phénomènes de printanisation est l'embryon. KONOVALOV, puis GREGORY et PURVIS l'avaient déjà montré chez le Seigle, cependant outre le méristère gemmulaire, les jeunes feuilles et le coléoptile subissent des modifications certaines ; la tigelle et le cotylédon pourraient aussi avoir un rôle tandis que les jeunes racines ne sont d'aucune utilité.

Les tissus de cet embryon en voie de développement conservent une structure cytologique peu différenciée, chondriome constitué par une plus grande abondance de mitochondries sensiblement plus volumineuses chez les témoins, noyaux et surtout nucléoles plus importants. Tumanov (1940) considère qu'il est possible, après la thermophase, que le point de croissance soit capable de changer l'état du protoplasme dans tous les autres tissus et suggère un mécanisme hormonal comme explication possible.

Les substances de réserve figurées subissent elles-mêmes des transformations ; nous avons vu, après R. David, que la quantité de lipides diminue dans les embryons, de même les protides, tandis que les glucides s'y accumulent sous forme d'amidon transitoire.

Les dosages chimiques entrepris ont confirmé ces observations, la quantité de lipides diminue dans l'albumen du Blé et dans l'embryon (David), nous avons vu que les protides et les glucides insolubles diminuent dans le grain entier par solubilisation. L'analyse des embryons isolés nous a montré que toutes les catégories de glucides y sont accumulées en quantités importantes.

Des vitamines (vitamines B_1, B_2, C et PP) qui se produisent normalement pendant la germination et une hétéroauxine (acide α naphtalène acétique) sont capables, si elles sont ajoutées à l'eau de gonflage des semences avant le traitement, d'en favoriser légèrement le déroulement. Or certaines de ces substances entrent dans la constitution d'enzymes respiratoires et jouent un rôle dans le métabolisme des glucides. Ceci paraît donc bien montrer l'importance de ces processus pendant le traitement.

L'ensemble de ces observations associées aux expériences spéciales poursuivies pendant la culture nous a amené à considérer le résultat de l'action des basses températures comme une élaboration de nature hormonale. On ne peut attribuer le déterminisme de la floraison, suivant la théorie de Klebs, à l'augmentation du rapport C/N depuis le travail de Duperon qui a montré, par une étude du métabolisme des plantes printanisées, que l'augmentation des glucides solubles est seu-

lement une conséquence de la floraison. Pas plus que la théorie de KLEBS, l'hypothèse de CHOLODNY d'un processus hormonal où l'auxine du grain serait le facteur déterminant ne peut actuellement être admise. Nos tentatives « d'hormonisation » des semences ont toujours conduit à des résultats négatifs.

Cependant, à la faveur de ce maintien à l'état embryonnaire des cellules de la plantule et des métabolites facilement utilisables qui se trouvent à leur disposition, nous envisageons la formation d'une substance jouant le rôle de précurseur de l'hormone de floraison maintes fois mise en évidence. La formation et l'accumulation de ce précurseur s'expliqueraient par le fait que les basses températures permettraient encore le déroulement de sa synthèse tandis que des températures plus élevées, tout en permettant toujours sa formation, faciliteraient d'autres synthèses où il serait utilisé dans une autre voie ou bien encore participerait à des réactions conduisant à sa destruction. La transformation de ce précurseur en hormone de floraison exigerait néanmoins l'action d'une photopériode convenable, mais, nous l'avons vu au cours de l'expérimentation pendant la culture, le traitement de printanisation suffisamment prolongé peut suppléer faiblement une déficience de la photopériode; il y aurait là, croyons-nous, une question de quantité de précurseur permettant à la plante de bénéficier plus largement de la dose, même faible, de lumière reçue. Il nous paraît difficile d'admettre que cette substance se reproduise ensuite par autocatalyse comme l'envisage MELCHERS (1950), nous avons vu en effet, chez le Lupin, décroître la stimulation de la floraison à mesure que les floraisons se produisaient chez des plantes faiblement printanisées. Pour cette même raison, nous envisageons difficilement que cette substance soit de nature enzymatique, vernalase de VAN DE SANDE BAKHUZEN, car un enzyme ne disparaît pas par fonctionnement. Nous pensons plutôt que le précurseur continue à se former même après printanisation, comme il se forme toujours, mais à mesure que la température s'élève, les réactions antagonistes s'amplifient et le neutralisent, il y aurait donc, du fait de la printanisation, un contingent supplémentaire, une

« avance » de précurseur qui contribuerait au déterminisme de la floraison. Cette conception se trouve étayée par les observations sur le rôle des températures élevées plus nuisibles que l'absence de tout autre facteur.

Ces hypothèses séduisantes peuvent être rapprochées de celles déjà formulées par Gregory et Purvis, Van de Sande Bakhuzen et Melchers. Elles expliqueraient aussi l'impossibilité de déprintanisation lorsque le traitement est assez prolongé. La quantité importante de précurseur déjà élaborée permet, en même temps que l'utilisation ou la destruction de celui qui se forme aux températures élevées, qu'il en soit supprimé une partie par le même processus sans porter atteinte aux phénomènes de reproduction, car le stock restant demeure important.

Nous ne nous méprenons pas sur le prix qu'il faut attacher à ces conceptions, ce sont des hypothèses. Mais devraient-elles être éphémères, les observations qui ont permis de les édifier demeureront et permettront par la suite de progresser, les hypothèses devant constituer un stimulant dans la recherche et non un but, elles nous permettront d'aborder, grâce à nos résultats expérimentaux, le problème de la reproduction des végétaux.

BIBLIOGRAPHIE

Avakjan (A.-A.). — Hérédité des caractères acquis. — *Agrobiologija*, 1948, n° 6, 13-49.

Bassarskaja (M.-A.). — Le retard de croissance des graines pendant la vernalisation. — *Bull. Jarov.*, 1932, **2-3**, 87-104.

— La possibilité de déterminer les stades de développement chez les plantes. — *Trudy Prikl. Bot.*, 1934, Sér. A, n° 11, 55-56.

— Les modifications dans les cellules des plantes à différents stades du développement. — *Semenovodstvo*, 1934, **3**, 15-20.

Bell (G.-D.-H.). — Preliminary experiments on vernalization. — *Journ. Agr. Sci.*, 1935, **25**, n° 2, 245-57.

— Experiments on vernalization. — *Journ. Agr. Sc.*, 1936, **26**, n° 1, 155-71.

Benoist (C.). — La printanisation du Blé en 1947 à la ferme de Moyencourt (S.-et-O.). — *C. R. Ac. Agr. Fr.*, 1947, **33**, 608-9.

Bourquelot (Em.). — Recherches, dans les végétaux, du sucre de canne à l'aide de l'invertine et des glucosides à l'aide de l'émulsine. — *C. R. Ac. Sc.*, 1901, **133**, 690-2.

Bourquelot (Em.) et Hérissey (H.). — Appareil destiné au traitement des plantes fraîches par l'alcool bouillant. — *Journ. pharm. Chim.*, 1911, **3**, 145.

Brachet (J.). — Le rôle physiologique et morphogénétique du noyau. — *Act. scient. et Ind.*, Hermann, Paris n° 698.

Briccoli (M.). — Prove di iarovizzasione su alcune varieta di grani nostrani. — *L'Italia agricola*, 1939, **76**, n° 2, 119-23.

Brown and Morris. — On the germination of some the Gramine. — *Journ. Chemic Trans.*, 1890.

Burr (S.), Turner (D.-M.). — Vernalization of tomatoes. — *Gard. Chron.*, 1935, **98**, 288.

Buvat (R.). — Evolution cytologique du point végétatif de *Lupinus albus* (Papilionacées). — *C. R. Ac. Sc.*, 1950, **230**, 2.320.

Buvat (R.) et Richard (H.). — Essai de cultures de Blé printanisé en montagne. — *C. R. Ac. Agr.*, 1949, **35**, 39-41.

Buzovir (F.). — *Zbirn. Prac. (Rob.) Agrofiziol.*, 1936, **1**, 23-37. Analysé par R.-O. Whyte : Vernalization and photoperiodism, 1948.

Cailahjan (M.-Ch.). — Vernalisation par la lumière. — *Doklady Akad. Nauk. S.S.S.R.*, 1933, **5**, 227-29.

— Investigations sur la nature physiologique des différences entre les plantes de printemps et d'hiver. 1. L'influence des facteurs environnants sur le développement des plantes de printemps et d'hiver. — *Diss. Leningrad*, 1934, p. 75.

Cepikova (A.-R.). — Vernalisation des plantes herbacées. — *Senokosy i Pastbixa*, 1935, n° 1, 432-63.

Cesnokov (V.). — Printanisation de la betterave comestible. — *Trudy Lening. Obsc. Estestv. Otd. Bot.*, 1934, **63**, 110-2.

Chibnall (A.-C.) et Westal (R.-G.). — The estimation of glutamine in the presence of asparagine. — *Biochem. J.*, 1932, **24**, 122.

Chinoy (J.-J.). — Effect of vernalization and photoperiodic treatments on growth and development of wheat. — *Nature, G. B.*, 1950, **165**, 882-3.

Cholodny (N.-G.). — Growth Hormones and Development of Plants. *Nature, G.B.*, 1936, **138**, 586.

— Sur la théorie de la jarovisation. — *C. R. Ac. Sc. U.R.S.S.*, 1936, **3**, fasc. 8, 391-4.

— Hormonisation des grains. — *C. R. Ac. Sc. U.R.S.S.*, 1936, **3**, fasc. 9, 439-42.

— Le problème de l'hormonisation de l'organisme végétal. — *Journ. Inst. Bot. Ac. Sc. R.S.S. d'Ukraine*, Kiev, 1937, n° 12, 113-27.

Cholodny (N.-G.) et Gorbowsky (A.). — Effet de l'hétéroauxine sur la photosynthèse. — *J. Inst. Bot. de l'Acad. Sc. R.S.S. d'Ukraine*, Kiev, 1939, **21-22**, 374-5.

Cholodny (N.-G.) et Kotchergenko (I.-E.). — Régulation des processus de développement du Citronnier à l'aide de substances de croissance. — *Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R.*, 1948, **61**, 391-4.

Chouard (P.). — Théorie et pratique de la vernalisation. — *Rev. Agr. Fr.*, 1943, **75**, 37 et 54.

— Les conditions techniques de la vernalisation des céréales d'hiver. — *Agric. Prat. Fr.*, 1948, **112**, 8-9.

— Les conditions techniques de vernalisation des céréales d'hiver. — *Rev. Gén. Froid*, 1949, **26**, 131-2.

— Coup d'œil sur les mécanismes régulateurs du développement : 1° chez les plantes annuelles et bisannuelles. — *Bull. Soc. bot. Fr.*, 1949, **96**, 218-20.

— Coup d'œil sur les mécanismes régulateurs du développement : 2° chez les plantes vivaces. — *Bull. Soc. bot. Fr.*, 1949, **96**, 235-8.

— Expériences de longue durée sur le photopériodisme; leçons qui en découlent. — *Bull. Soc. bot. Fr.*, 1949, mémoires, 106.

— Pourquoi fleurissent les plantes. — *Conf. Palais de la découverte*, Paris, 29 oct. 1949.

— Débat sur la vernalisation. — *Bull. Soc. bot. Fr.*, 1951, **98**, 67-81.

— Plantes bisannuelles vraies et fausses bisannuelles : 1° Rapports de la vernalisation et des autres mécanismes de bisannualité. — *Bull. Soc. bot. Fr.*, 1951, **98**, 11-4.

— Plantes bisannuelles vraies et fausses bisannuelles : 2° Relations entre la bisannualité et la vernalisation, le photopériodisme, la dispersion géographique et la taxinomie. — *Bull. Soc. bot. Fr.*, 1951, **98**, 117-20.

Chouard (P.) et Poignant (P.). — Recherches préliminaires sur la vernalisation en présence d'inhibiteurs de germination et de respiration. — *C. R. Ac. Sc.*, 1951, **232**, 103-5.

Clark (H.-E.) et Kerns (K.-R.). — Control of flowering with phytohormones. — *Science*, U.S.A., 1942, **95**, 536-37.

Crépin (Ch.), Bustarret (J.), Geslin (H.) et Jonard (P.). — Les effets des froids de décembre sur les emblavures. — *C.R. Ac. Agr. Fr.*, 1947, **33**, 26-9.

Cugnac (A. de). — Quelques données sur le contingent glucidique soluble des grains de Blé. — *Bull. Soc. bot. Fr.*, 1932, **79**, 231-6.

Dangeard (P.). — Recherches de biologie cellulaire. — *Le Botaniste*, 1923, **15**, 1-267.

— L'origine des grains d'aleurone chez quelques Légumineuses. — *C. R. Ac. Sc.*, 1944, **219**, 492.

— Recherches sur l'aleurone et les constituants cytoplasmiques des graines de Légumineuses. — *Le Botaniste*, 1947, série XXXIII, 59-95.

— Cytologie végétale et cytologie générale. — P. Lechevalier, Paris, 1947.

David (R.). — La printanisation des semences de moutarde blanche (*Sinapis alba*). — *Bul. Muséum hist. nat. de Marseille*, 1942, N° 4, 242.

— Contribution à l'étude de la printanisation de la pomme de terre. — *Rev. Scient.*, 1943, N° 3.224, 343-5.

— Contribution à l'étude biologique du froid. Essai de printanisation du Blé en Provence. — *Rev. Scient.*, 1943, N° 3.227, 508-10.

— Contribution à l'étude biologique du froid. Essai de printanisation du Maïs. — *Rev. Scient.*, 1944, 106-8.

— Essais de printanisation de diverses céréales. — *C. R. Ac. Sc.*, 1944, **219**, 628-630.

— Sur la phénomènes biologiques provoqués chez les céréales par la printanisation des semences. — *C. R. Soc. Biol.*, 1944, **138**, 849-51.

— Contribution à l'étude biologique du froid. Essai de printanisation de l'Orge. — *Rev. Scient.*, 1944, N° 3.233-3.234, 309-10.

— Contribution à l'étude biologique du froid. Essai de printanisation du Radis. — *Rev. Scient.*, 1944, N° 3.235-3.236, 374-5.

— L'influence de la printanisation sur l'enracinement du Blé. — *Rev. Scient.*, 1944, N° 3.237-3.238, 459-60.

— Essais de printanisation de diverses espèces de végétaux cultivés. — *C. R. Ac. Sc.*, 1945, **220**, 118-20.

— L'aleurone et l'amidon transitoire de l'embryon du Blé printanisé. — *C. R. Soc. Biol.*, 1945, 139, 560-2.

— Influence de la printanisation sur la formation et la croissance des tiges et des feuilles de Blé. — *Rev. Scient.*, 1945, N° 3.240, 46-8.

— Sur les caractères cytologiques de l'embryon de Blé printanisé. — *C. R. Soc. Biol.*, 1945, **139**, 643-5.

— Facteurs de développement et printanisation des végétaux cultivés. — *Act. Sc. Ind.*, Hermann, Paris, 1946, N° 1.013.

— L'évolution des inclusions lipidiques du germe de Blé pendant le traitement de printanisation. — *C. R. Ac. Sc.*, 1947, **224**, 146-7.

— Contribution à l'étude biologique du froid. La printanisation des végétaux cultivés. — *Journ. Rech. Labor. Bellevue* (*C.N.R.S.*), 1947, N° 1, 3-14.

— L'évolution des inclusions lipidiques de l'embryon de Blé pendant le traitement de printanisation. — *Journ. Rech. Labor. Bellevue* (*C.N.R.S.*), 1947, N° 2, 85-95.

— L'influence de la printanisation sur les glucides de l'albumen du grain de Blé. — *C. R. Ac. Sc.*, 1948, **228**, 1242-3.

— Printanisation des semences. — *Atomes*, mars 1948, **24**, 81-5.

— L'influence de la printanisation sur les lipides de la plantule et de l'albumen de la semence de Blé. — *C. R. Ac. Sc.*, 1951, **233**, 428-30.

David (R.) et Séchet (J.). — Sur la printanisation des végétaux cultivés et indigènes. — *C. R. Ac. Sc.*, 1947, **225**, 763-5.

— L'influence de la printanisation sur les composés azotés de l'Orge d'hiver. — *C. R. Soc. Biol.*, 1947, **141**, 459-60.

— L'influence du traitement de printanisation sur les glucides de l'embryon du grain de Blé. — *C. R. Ac. Sc.*, 1948, **227**, 537-9.

— Le rôle respectif de l'albumen et de l'embryon dans le développement du Blé d'hiver printanisé. — *C. R. Soc. biol.*, 1948, **142**, 72-4.

— Contribution à l'étude biologique du froid : Essai de printanisation du Pois. — *Rev. Scient.*, 1948, 542-4.

— L'activation de la post-maturation des graines par les basses températures. — *La terre d'Oc*, fév. 1951, 54.

— Nouvelles observations sur la vernalisation du Blé et de l'Orge. — *C. R. Ac. Agr.*, 1951, **37**, 45-8.

— Influence du froid sur la germination. — Communication à la *Soc. Linn. de Bordeaux* du 10 janvier 1951.

Demkovskii (P.-I.). — Les modifications biochimiques associées à la vernalisation. — *Bull. Jarov.*, 1932, **1**, 42-6.

Denffer (D. Von). — Uber das Zusammenwirkung von Keimstimmung und täglicher Belichtungsdauer auf die Entwicklung von *Sinapis* und *Hordeum*. — *Jahr. wiss. Bot.*, 1939, **88**, 759-813.

— Ein neuer Beweis für die Identität der Clütenbildenden Stoffe bei den Lang und Kurztagspflanzen. — *Nachr. Akad. Wissensch. Göttingen, math. phys., Kl. Biol. physiol. Abt.*, 1947, **2**, 24-6.

Denffer (D. Von) et Grundler (H.). — Ueber wuchsstoffinduzierte Blühhemmung bei Langtagpflanzen. — *Biol. Zbl. Dstsch.*, 1950, **69**, N° 7-8, 272-82.

Devaux (H.). — A propos de la printanisation. — *C. R. Ac. Sc.*, 1947, **225**, 712.

Diehl (R.). — Climat et phases de végétation du Blé. — *Bul. Soc. Scient. de Bretagne*, 1946, **21**, 133-43.

Dix (W.). — Jarowisationsversuche mit Getreide. — *Dtsch. landw. Pr.*, 1934, **61**, 644.

Dolgusin (D.-A.) et Lysenko (T.-D.). — Sur la nature des récoltes d'hiver. — *Trudy Vsesojuznogo S'ezda po Genetike, Selekcii Semenovodstvu i plemennomu Zivotnovodstvu*, 1929, **3**, 189-99.

Dorosenko (A.-V.). — L'influence des rayons X sur la durée de la période végétative chez les plantes. — *Trudy Prikl. Bot.*, 1930, **23**, N° 2., 511-35.

Driver (C.-M.). — Vernalization of seed potatoes. — *Agriculture G.B.*, 1947, **54**, 296-8.

Dupéron (R.). — Influence de la printanisation sur la teneur en réserves lipidiques du grain de Blé. — *Rev. gén. Bot.*, 1946, **53**, 525-57.

— Influence de la printanisation sur l'évolution des lipides et des glucides chez le *Sinapis alba*. — *C. R. Ac. Sc.*, 1949, **228**, 192-4.

— Influence de la vernalisation sur le métabolisme. — *Thèse Sc. Nat.*, Paris, 1951.

— A propos de la réversibilité des processus de vernalisation. — *C. R. Ac. Sc.*, 1951, **233**, 1.053-5.

Efeikin (A.-K.). — Action exercée par les températures élevées sur le Blé d'hiver vernalisé. — *C. R. Ac. Sc. U.R.S.S.*, 1939, **25**, N° 4, 308-10.

— Dévernalisation des Blés d'hiver vernalisés. — *C. R. Ac. Sc. U.R.S.S.*, 1941, **30**, N° 7, 661-3.

— Sur la réversibilité du processus de printanisation. — *C. R. Ac. Sc. U.R.S.S.*, 1947, **56**, N° 1, 95-7.

Ehrenberg (L.). — Influence of temperature on the nucleolus and its coacervate nature. — *Hereditas*, Suède, 1946, **32**, N° 3-4, 407-18.

Engel (O.-S.). — Influence de la printanisation des grains de Blé d'hiver sur la sensibilité de leurs plantules à l'action des rayons X. — *Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R.*, 1950, **71**, N° 2, 1.151-53.

Epifanov (I-S.). — Vernalisation de plantes fourragères dans les régions nordiques. — *Semenovodstvo*, 1935, N° 4, 16-18.

Fédorona (V.-S.). — Influence des conditions géographiques et climatiques sur l'accumulation des vitamines par certaines espèces de plantes sauvages de Sibérie. — *C. R. Ac. Sc. U.R.S.S.*, 1946, **53**, 361-4.

Ferri (M.-G.). — Fluorescence and photoinactivation of indole-acetic acid. — *Arch. Biochem. Biophys.*, U.S.A., 1951, **31**, N° 1, 127-31.

Fetter (E.). — Quelques notes sur la printanisation des graines de betteraves. — *Annales de Gembloux*, 1938, 44e année, **9**, 319-26.

Fokeev (P.-M.) et Vyrov (Z.). — Extension de l'expérience dans la région de la Volga Centrale. — *Soc. Zemledelie*, 1934, N° 247.

— Résultats des semis vernalisés dans la région de Knibysev en 1934. — *Soc. Zern. Hoz.*, 1935, **2**, 110-7.

Fournier (P.). — La répartition de la vitamine B 1 dans le grain de Blé. — *Bull. Soc. Sc. Hyg. aliment.*, 1946, **34**, 155-7.

French (C.-E.), Berryman (G.-H), Goopley (J.-T.), Harper (H.-A.), Harkness (C.-M.), Thacker (E.-J.). — The production of vitamins in germinated peas, soybeans and other beans. — *Journ. nutr.*, 1944, **28**, N° 1, 63.

Friedberg (M.). — La printanisation des Blés. — *C. R. Ac. Agr. Fr.*, 1934, **20**, 220-8.

Galston (A.-W.) et Baker (R.-S.). — Studies on the physiology of light action. II. The photodynamic action of riboflavin. — *Am. Jour. Bot.*, 1949, **36**, 773-80.

Galston (A.-W.) et Baker (R.-S.). — Inactivation of enzymes by visible light in the presence of riboflavin. — *Science*, U.S.A., 1949, **109**, 485-6.

Galston (A.-W) et Hand (M.-E.). — Studies on the physiology of light action. I. Auxin and the light inhibition of growth. — *Am. Jour. Bot.*, 1949, **36**, 85-94.

Gassner (G.). — Beiträge zur physiologischer characteristik Sommer und Winter annualer Gewächse inbesondere der Getriedepflanzen. — *Zeitschr. Bot.*, 1918, **10**, 417-30.

Gesele (E.-E.). — Les maladies fongiques dans la vernalisation. — *Bul. Jarov.*, 1932, **2-3**, 69-80.

Geslin (H.). — A propos de la printanisation des Blés. — *C. R. Acad. Agri.*, 1949, **36**, 703-4.

Geslin (H.) et Bustarret (J.). — A propos de la printanisation des Blés. — *C. R. Ac. Agr. Fr.*, 1947, **33**, 645-9.

— A propos de la printanisation des Blés. — *Rev. gén. Froid. Fr.*, 1948, **25**, 419-20.

Geslin (H.), Bustarret (J.), Margara (J.). — La printanisation des Blés en France à l'échelle culturale. Les données du problème. — *Bul. Techn. d'information*, 1949, **41**, 351-5.

Geslin (H.), Servy (G.). — Printanisation des Blés et constante héliothermique. — *C. R. Ac. Agr. Fr.*, 1934, **20**, 355-9.

Godnev (T-N.) et Golicynskii (D.-A.). — Influence des agents réducteurs et oxydants sur le processus de vernalisation chez le Blé. — *Zborn. Belarus. S.-G. Inst.*, 1935, **9**.

Goebel (Von C.). — Das Verhalten zweier « Wintergersteähnlicher » Mutanten, der Sommergerste im Vernalisationsversuch. — *Zeitz für Natur.*, 1950, band 5b, Heft 1, 49-50.

Goodall (D.-W.), Bolas (B.-D.). — The vernalization of tomato seed. — *Ann. Appl. Biol.*, 1942, **29**, 1-10.

Gravilova (M.-F.). — Sur la réversibilité du processus de vernalisation. — *Doklady Akad. Nauk. S.S.S.R.*, 1935, **7-8**, 561-3.

Gray (S.-G.). — *J. Council Ind. Res. Australis*, 1942, **15**, 3. Analysé par R. David : Facteurs de développement et Printanisation des végétaux cultivés, 1946.

Green (M.), Fuller (H.-J.). — Indol-3-acetic acid and flowering. — *Science*, U.S.A., 1948, **108**, 415-6.

Gregory (F.-G.), Purvis (O.-N.). — Vernalization of Winter Rye during Ripening. — *Nature*, Londres, 1936, **138**, N° 3.501, 973.

— Devernalization of winter Rye by high temperature. — *Nature*, Londres, 1936, **138**, N° 3.502, 1.013-4.

— Devernalization of spring Rye by anaerobic conditions and revernalization by low temperature. — *Nature*, Londres, 1937, **140**, 547-8.

— Studies in Vernalization of Cereals III. The use of Anaerobic Conditions in the Analysis of the Vernalizing Effect of Low Temperature during germination. — *Annals of Botany*, 1937, Vol. 2, N° 7, 753-64.

— Studies in Vernalization of Cereals II. The Vernalization of Excised Mature Embryos, and of Developing Ears. — *Annals of Botany*, 1938, Vol. 2, N° 5, 237-51.

— Reversal of vernalization by high temperature. — *Nature*, Londres, 1948, **161**, 859-61.

Guilliermond (A.). — Recherches cytologiques sur la germination des graines de quelques graminées et contribution à l'étude des grains d'aleurone. — *Arch. Anat. microsc.*, 1908, **10**, 141-226.

— Recherches cytologiques sur le mode de formation de l'amidon et sur les plastes des végétaux. — *Arch. Anat. microsc.*, 1912, **14**, 309-428.

Guilliermond (A.), Mangenot (G.), Plantefol (L.). — Traité de cytologie végétale. — Le François, Paris, 1933.

Haigh (J.-C.). — Vernalization. — *Trop. Agriculturist.*, 1934, **83**, 329-38.

Hamner (K.-C.). — Hormones in relation to vernalization and photoperiodism. — *Vernalization and photoperiodism, a symposium*, Waltham, Mass., U.S.A., 1948.

Harder (R.), Senden (H. Van). — Antagonistische Wirkung von Wuchsstoff und « Blühhormon ». — *Naturwissensschaften, Disch.*, 1949, **36**, N° 11, 348.

Harder (R.), Stormer (L.). — *Landw. Jb.*, 1936, **83**, 401-15. Analysé par R.-O. Whyte : Crop production and environment.

Haskell (G.). — Etudes sur le Maïs sucré. I. Traitement par le froid et germination. — *Plant Soil, Netherl.*, 1949, **2**, 49-57.

Hatcher (E.-S.-J.). — Auxin Production during Development of the Grain in Cereals. — *Nature*, Londres, 1943, **151**, 278.

— Studies in the vernalization of cereals. IX. Auxin production during development and ripening of the anther and carpel of spring and winter Rye. — *Ann. Bot.*, 1945, **9**, 235-66.

Hatcher (E.-S.-J.), Gregory (F.-G.). — Auxin production during the development of the grain of cereals. — *Nature*, Londres, 1941, **148**, 626.

Hedayetullah (S.), Ghosh (B.-N.). — Vernalization of rice. — *Nature*, Londres, 1946, **157**, 194.

Hedayetullah (S.), Sen (N.-K.). — *Science and culture*, 1941, **6**, 668. Analysé par S.-M. Sircar : Vernalization and photoperiodism in the tropics, 1948.

Hoek (S. Van). — Enige waarnemingen omtrent jarowisatie. — *Landbouwk. tijdschr.*, 1934, **46**, 809-14.

Istomina (O.), Ostrovskii (E.). — L'effet des vibrations ultrasoniques sur la croissance des patates. — *Doklady Akad. Nauk. S.S.S.R.*, 1935, **1**, N° 9, 632-6.

Ivanisin (I.-A.). — Vernalisation du coton dans les nouvelles régions cotonnières. — *Borjba za Hlopok.*, 1934, N° 10-1, 115-24.

Ivanov (S.-M.). — La régulation du processus de croissance chez les plantes. — *Trudy Prikl. Bot.*, 1934, sér. A, N° 9, 33-9.

Johannsen. — Ueber den Einfluss hauer Sauerstoffspannung. — *Unters Bot. Institut Tubingen*, 1885, t. I.

Joyet-Lavergne (P.). — Glutathion et chondriosomes. — *Protoplasma* 1929, **6**, 84-112.

— Recherches sur la catalyse des oxydo-réducteurs dans la cellule vivante. — *Protoplasma*, 1935, **23**, 50-69.

Kar (B.-K.). — Vernalization of Crops cultivated in India. — *Nature*, Londres, 1946, **157**, 811-2.

Kar (B.-K.), Adhikary (A.-K). — *Science and culture,* 1945, **10**, 506-8. Analysé par S.-M. Sircar : Vernalization and photoperiodism in the tropics, 1948.

Kavcevic (N.-N.), Korzun (E.-A.). — Sur l'influence de quelques facteurs physiques sur les semences des plantes. — *Zborn. Belarus. S.-G. Inst.,* 1934, **1**, 76-84.

Klippart (J.-H.). — An essay on the origin, growth, diseases, varieties, etc., of the wheat plant. — *Ann. Rep. Ohio St. Bd. Agr.,* 1857, **12**, 562-816.

Konovalov (I.-N.). — Une expérience de jarovisation des embryons de semence de Blé sans albumen. — *C. R.* (*Doklady*) *Ac. Sc U.R.S.S.,* 1937, **16**, 381-3.

— Vernalisation des lentilles. — *Soc. Zern. Hoz.,* 1934, **1**, 9.

— *Trudy Inst. Fisiol. Timirjazev.,* 1938, **2**, N° 2, 5-20, analysé par Whyte : Vernalization and photoperiodism, 1948.

Konovalov (I.-N.), Frolova (V.-N.). — L'influence de la vernalisation sur la culture des végétaux. — *C. R. Ac. Sc. U.R.S.S.,* 1939, **25**, N° 4, 311-3.

Konovalov (I.-N.), Popova (T.-M.). — Les effets de la vernalisation sur le pouvoir de synthèse des plantes. — *C. R. Ac. Sc. U.R.S.S.,* 1941, **31**, N° 1, 58-60.

Kostjucenko (I.-A.), Zarubailo (T.-J.). — Vernalisation naturelle des grains sur la plante durant la maturation. — *Bull. Appl. Bot.,* Sér. A, 1936, N° 17, 17.

Kostov (D.). — Vernalisation de la vesce de printemps. — *Soc. Zemledelie,* 1933, **37**, 4-5.

— Printanisation du coton, maïs, sorgho et soja. — *Soc. Zemledelie,* 1933, **37**, 19-20.

— Expériences sur la vernalisation de l'avoine, du lin et de l'orge sur Detskoe Selo. — *Soc. Zemledelie,* 1933, **37**, 122.

Kudriavtzev (V.-A.). — Influence de la vernalisation sur la réaction de l'Orge au traitement par l'azote ammoniacal et nitrique. — *C. R. Ac. Sc. U.R.S.S.,* 1946, **53**, N° 2, 157-60.

Kulchitzkaya (Z.-A.). — Influence, sur le développement des plantes, des températures inférieures à zéro. — *C. R. Ac. Sc. U.R.S.S.,* 1945, **47**, N° 5, 366-9.

Kuperman (F.-M.). — Influence de l'ablation de différentes parties de semences de céréales sur la croissance des plantules. — — *Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R.,* 1948, **60**, N° 8, 1.425-8.

Lablanchy (A.) — La printanisation des Blés d'automne. — *Rev. gén. Froid,* 1947, **24**, 13-4.

Laboratoire de Biochimie et de Physicochimie des céréales de l'Institut National de Recherches Agronomiques. — Etude biochimique de la formation du grain de blé. — *Industr. agr. alim.,* 1950, 43-9.

Lamardelle (Mlle P.). — Phénomènes nucléaires observés dans l'embryon de blé soumis à l'action des basses températures, dans des conditions analogues à celles de la vernalisation. — *C. R. Ac. Sc.,* 1951, **233**, 1.662-4.

Lamberton (W.), Parkinson (S.-T.). — Vernalisation. — *Journ. South-Eastern Agric. Coll. Wye*, 1935, **35**, 81.

Lang (A.), Melchers (G.). — Vernalisation und Devernalisation bei einer zweijährigen Pflanze. — *Z.F. Naturforsch.*, 1947, 2b, 444-9.

Larose (Em.), Vanderwalle (R.). — Jarovisation de quelques froments d'hiver alternatifs et de printemps. — *Bull. de l'Inst. Agron. et Stat. Rech. Gembloux*, 1936, **5**, 160-80.

— Printanisation et photopériodisme. — *Bull. Inst. Agron. et Stat. Rech. Gembloux*, 1938, **8**, 149-62.

Lasser (E.). — Der Einfluss von Licht und Javorisation auf den Befall von Weizen, Hafer und Gerste durch Tilletia, Ustilago und Helminthosporium. — *Kühn-Archiv.*, 1938, **44**, 161-210.

Lebedinceva (E.-V.). — L'influence de la longueur du jour sur l'épiaison des céréales d'hiver. — *Trudy Prikl. Bot.*, 1933, sér. 3, N° 3, 141-54.

Legendre (R.). — Les céréales. — A. Colin, Paris, 1935.

Leopold (A.-C.). — The control of tillering in grasses by auxin. — *Am. Jour. Bot.*, 1949, **36**, 437-9.

Leopold (A.-C.), Thimann (K.-V.). — Auxin and flower initiation. — *Science*, U.S.A., 1948, **108**, 664.

— The effect of auxin on flower initiation. — *Am. Jour. Bot.*, 1949, **36**, N° 4, 342-7.

Lewicki (S.). — Studia nad jarowizasja roslin. II. — *Ann. Univ. Mariae Curie Sklodowska*, Sect. E, Pologne, 1950, **5**, N° 7, 303-20.

Lojkin (M.). — Moisture and Temperature Requirements for Yarovisation of Winter Wheat. — *Cont. Boyce Thompson Inst.*, 1936, **8**, 237-61.

Lowig (E.). — Jarowisationsversuche. — *Dtsch. landw. Pr.*, 1934, **61**, 409-10.

Lysenko (T.-D.). — Effet du facteur thermique sur la longueur des phases dans le développement des plantes. — *Trudy Azerbaidzan Op. Sta.*, 1928, **3**, 1-168.

— Résultats des essais de semis vernalisés dans les Kolkoz et les fermes Sovhoz d'Ukraine en 1930. — *Bul. Jarov.*, 1932, **1**, 57-61.

— Résultats fondamentaux de la recherche sur la vernalisation des plantes agricoles. — *Bull. Jarov.*, 1932, N° 4, 1-57.

— Vernalisation du millet après la moisson en vue d'obtenir une nouvelle récolte. — *Soc. Zemledelie*, 1934, N° 145.

— Bases théoriques de la vernalisation. Application de la vernalisation du Blé dans les champs Sovhoz et Kolkoz. — *O.G.I.Z.*, Odessa, 1935, p. 152.

LYSENKO (T.-D.), DOLGUSHIN (D.-A.). — *Bull. Yarovizatii*, Odessa, 1932, N° 2, 35. Analysé par R. David : Facteurs de développement et Printanisation des végétaux cultivés, 1946.

MAIGE (A.). — Les différents stades de condensation amylogène. — *C. R. Ac. Sc.*, 1924, **178**, 1.998-2.000.

MARCHAND (R.). — La printanisation des Blés. Les résultats d'essais effectués en 1946-47. — *Agriculture*, 1948, **12**, 143-5.

MATHON (C.-C.). — A propos d'une curieuse Triticinée; sur les organismes de nature hybride. — *Bull. Soc. bot. Fr.*, 1951, **98**, 130-3.

MC KEE (R.). — Vernalization experiments with forage crops. — *U. S. Dept. Agr. Circ.*, 1935, **377**, 12 p.

MC KINNEY (H.-H.), SANDO (W.-J.). — Earliness and seasonal growth habit in wheat as influenced by temperature and photoperiodism. — *Journ. Heridity*, 1933, **24**, 169-79.

— Earliness of sexual reproduction in wheat as influenced by temperature and light in relation to growth phases. — *Jour. Agr. Res.*, 1935, **51**, 621-41.

MELCHERS (G.). — La fisiologia della fioritura : un capitulo della fisiologia generale dello sviluppo. — *Rendiconti*, Cl. Science, 1950, **83**.

MELCHERS (G.), LANG (A.). — Vernalisation und Devernalisation beieiner zweijährigen Pflanze. — *Zeit. f. Naturf.*, 1947, 2b, 444-9.

— Die physiologie der Blütenbildung. — *Biol. Zbl.*, 1948, **67**, 105-74.

MENTZER (C.). — Quelques données sur l'acide ascorbique dans le règne végétal. I. - L'acide ascorbique et la germination des graines. — *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1940, **22**, 445-57.

MET (M.). — Etude sur la respiration du Blé au cours d'une germination normale et pendant le traitement de vernalisation. — *Rev. gén. Bot.*, 1950, **57**, 429-51.

MIÈGE (E.). — Influence du froid sur la conservation et la productivité de la Pomme de terre. — *C. R. Ac. Sc.*, 1935, **200**, 1.976.

— Influence du froid artificiel sur la conservation et la productivité des tubercules de Pomme de terre au Maroc. — *C. R. Ac. Agr.*, 1938, **24**, 571.

MOYSE (A.). — Contribution à l'étude des substances azotées chez les végétaux. — *Rev. gén. bot.*, 1946, **53**, 477-92.

— Relations entre le métabolisme azoté et la respiration des feuilles détachées. — *Thèse Sc. nat.*, Paris, 1949.

MUNERATI (O.). — Il pre-trattamento delle sementi secondo il metodo Lysenko. — *G. Agric. Domen.*, 1934, **44**, 245.

MURNEEK (A.-E.). — Terminology on photoperiodism and vernalization. — *Journ. Amer. Soc. Agr.*, 1937, **28**, N° 4, 332.

Nemlienko (F.). — Lutte contre les champignons parasites durant la vernalisation. — *Bull. Jarov.*, 1932, N° 2-3, 81-6.

Nutman (P.-S.). — Studies in vernalization of cereals. VII. A study of the conditions of formation and the subsequent growth of dwarf embryos of rye. — *Ann. Bot.*, 1941, **5**, 353-74.

Ossewaarde (I.-J.-G.). — Jarowisatie van rijst. — *Landbouwk. Tijdschr.*, 1935, **46**, 156-61.

Pal (B.-P.), Murty (G.-S.). — *Indian J. Genet. Pl. Breed*, 1941, **1**, 61-86, analysé par R.-O. Whyte : Vernalization and Photoperiodism, 1948.

Papadakis (J.-S.). — Ecologie agricole. — J. Duculot, Ed., Gembloux, Belgique, 1938.

Parija (P.). — *Current Science*, 1943, **12**, 88-9. Analysé par S.-M. Sircar : Vernalization and Photoperiodism in the tropics, 1948.

Patissier (J.). — Observations sur l'influence du froid et de la germination préalable sur la conservation, la végétation et le rendement des Pommes de terre. — *C. R. Ac. Agr. Fr.*, 1949, **36**, 627-9.

Petrucci (D.). — Ricerche sull'azione della vernalizzazione nel metabolismo del *Triticum vulgare*. — *Atti Accad. Nazion. Lincei, Rendic., Cl. Sci. fis. mat. nat.*, 1949, **6**, N° 6, 742-7.

Piescu (A.). — Incercari de scurtare a perioadei de vegetatie la cerealele românesti dupa metoda lui T.D. Lysenko. — *Viata Agric.*, 1933, **24**, 523-30.

Piettre (M.). — Activation des semences de Pomme de terre aux basses températures. - Une augmentation de 40 % de rendement expérimental. — *C. R. Ac. Agr. Fr.*, 1947, **33**, 620-4.

— Sur des expériences immédiates d'activation par le froid des semences. — *C. R. Ac. Agr. Fr.*, 1947, **33**, 649-51.

Pillay (K.-P.). — *Curr. Sci.*, 1944, **13**, 185-6, analysé par R.-O. Whyte : Vernalization and Photoperiodism, 1948.

Pinon (H.). — Sur le dosage microbiologique des vitamines B 2 et P.P. Leur évolution au cours de la maturation du Blé. — *C. R. Ac. Sc.*, 1947, **224**, 1.852-4.

Popova (P.-A.). — Résultats de la vernalisation de quelques variétés d'Orge en 1932. — *North Caucasian Plant Breeding Centre, Krasnodar*, 1933, p. 15.

Poussel (H.). — Action des variations de température extrêmes sur la caryocinèse végétale. — *Arch. origin. Serv. Document*, N° **242**, 1946, 52-8 dacty.

Povolotchkaia (K.-L.). — Vitamine C pendant la germination des graines. — *C. R. Ac. Sc. U.R.S.S.*, 1937, **17**, 35-8.

Pudovkina (Z.-M.), Taslanov (A.-N.). — Expériences de vernalisation du coton. Symposium édité par V.-A. Novikov, 1934, 17-23.

PURVIS (O.-N.). — An analysis of the influence of temperature during germination on the subsequent development of certain winter cereals and its relation to the effect of length of day. — *Ann. Bot.*, 1934, **48**, 919-55.

— Studies invernalization of cereals. V. - The inheritance of the spring and winter habit in hybrids of Petkus Rye. — *Ann. of Bot.*, 1939, **3**, N° 2, 719-30.

— Vernalization of fragments of embryo tissue. — *Nature*, Londres, 1940, **145**, 462.

— Studies in the vernalization of Cereals. VIII. - The role of Carbohydrate and Nitrogen Supply in the Vernalization of excised Embryos of « Petkus » winter Rye. — *Ann. of Bot.*, 1944, **8**, N° 30-31, 285-314.

— Studies in the Vernalization of Cereals. X. - The effect of Depletion of Carbohydrates on the growth and Vernalization Response of Excised Embryos. — *Ann. of Botan.*, 1947, **11**, N° 43, 269-283.

— Studies in Vernalization. XI. - The effect of Date of Sowing and of Excising the Embryo upon the Responses of Petkus Winter Rye to Different Periods of Vernalization Treatment. — *Ann. of Bot.*, 1948, **12**, N° 46, 183-205.

PURVIS (O.-N.), GREGORY (F.-G.). — Devernalization by high temperature. — *Nature*, Londres, 1945, **155**, 113-115.

— Studies in vernalization. XII. - The reversibility by high temperature of the vernalized condition in Petkus winter rye. — *Ann. of Bot.*, 1952, **15**, N° 61, 1-21.

QUETEL (R.). — Influence du forçage sur le métabolisme de l'azote, des sucres et du phosphore. — Librairie générale de l'Enseignement, Paris 1938.

— Influence du froid sur le marron d'Inde. — Etude des lipides des cotylédons. — *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1944, **26**, 393-7.

QUILICHINI (R.). — Contribution à l'évolution cytologique et chimique de quelques graines de Légumineuses. — *Thèse doct. Sc. nat.*, Bordeaux, 1949.

RAADTS (E.). — Ueber den Einfluss der Askorbinsäure auf die Auxinaktivierung. — *Planta*, 1948, **36**, N° 1-2, 103-30.

RAADTS (E.), SODING (H.). — Ueber den Einfluss der Askorbinsäure auf die Auxin aktivierung. — *Naturwissenschaften, Dtsch.*, 1947, **34**, N° 11, 344-5.

RADU (Mme V.). — Etudes cytophysiologiques de la germination. III. - Comportement de l'assise épithéliale du cotylédon de *Zea Mais* pendant la germination à diverses températures. — *Bull. Sc. Acad. roumaine*, 1936-1937, **28**, 182-93.

RAZUMOV (V.-I.). — Effet de la composition qualitative de la lumière dans la réaction photopériodique. — *Trudy Prikl. Bot.*, 1933, sér. 3, N° **3**, 217-51.

— Résultats des travaux de la « déprintanisation ». — *Agrobiologija, S.S.S.R.*, 1950, N° 2, 27-34.

Razumov (V.-I.), Feofanova (N.-D.), Oleinikova (T.-V.). — Vernalisation des céréales d'hiver aux températures au-dessous de zéro. — *Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R.*, 1948, **60**, N° 4, 689-95.

Razumov (V.-I.), Smirnova (M.-I.). — Vernalisation des plantes agricoles dans l'extrême Nord. — *Lenin Acad. agric. Sci. Inst. Bl. Ind.*, Leningrad, 1934, n° 4, 47-59.

Regaud. — Les mitochondries, organites du protoplasma considérés comme les agents de la fonction électrique et pharmacopexique de la cellule. — *Revue de médecine*, 1911.

Reilhes (R.). — Effets de la concentration de l'iode sur la coloration de l'amidon. — *Rev. gén. Bot.*, 1931, **43**, 177-90.

Richter (A.-A.). — Solution pratique pour le problème du diagnostic des graines vernalisées. — *Priroda*, 1934, n° 2, 43-6.

Richter (A.-A.), Rancan (V.-A.), Pekker (M.-Z.). — Sur le contrôle de la vernalisation. — *Doklady Akad. Nauk. S.S.S.R.*, 1933, n° 2, 72-7.

Roberts (R.-H.). — The Induction of Flowering a Plant extract. *Plant Growth substances.* — Ed. by Folke Skoog, Univ. of Wisconsin Press, 1951, p. 347.

Roberts (R.-H.), Struckmeyer (B.-E.). — Anatomical and histological changes in relation to vernalization and photoperiodism. — *Vernalization and photoperiodism, a symposium*, Waltham, Mass. U.S.A., 1948.

Roubaix (J. de), Lazar (O.). — Vernalization of sugar beet. — *Nature*, Londres, 1947, **159**, 442.

Rudorf (W.), Stelzner (G.). — Untersuchungen über lichtperiodische und Temperaturnachwirkung bei Sorten von Salat (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) und die Möglichkeit ihrer Ausnutzung im Gemüsebau. (Vorläufige Mitteilung.). — *Gartenbauwiss.*, 1934, **9**, 142-53.

Rzhavitin (V.-N.). — Resistance of different flax varieties to spring frosts and influence of the latter on growth, development and yield of flax. — *Bull. of Appl. Bot.*, Léningrad, 1935, série III, n° 5, 227-34.

Salmon (Mlle J.). — Recherches cytologiques sur la différenciation des tubes criblés chez les Angiospermes. — *Thèse Sciences*, Paris, 1946.

Sandoz (R.). — Influence de l'aneurine (vitamine B1) sur la croissance de certaines plantes. — *Bull. Soc. bot. Genève*, 1945, **36**, 17-90.

Sapoznikova (K.-V.). — *Trudy Biol. Inst. Tomsk Univ.*, 1935, **1**, 238-53. Analysé par R.-O. Whyte : Vernalization and photoperiodism, 1948.

Schribaux. — La printanisation des Blés. — *C. R. Ac. Agr. Fr.*, 1934, **20**, 218.

Seelhorst (Von). — *Journ. fur Landw.*, 1898, **46**, 50, analysé par R. David : Facteurs de développement et printanisation des végétaux cultivés, 1946.

Sen (B.), Chakvravarti (S.-C.). — Studies in vernalization of mustard (A preliminary report). — *The Indian Journal of Africultural Science*, 1938, vol. III, Part. III, 245-52.

— Effect of high temperature on vernalized mustard seed. — *Nature*, Londres, 1946, **157**, 266.

— Vernalization of Excised Mustard Embryo. — *Nature*, Londres, 1947, **159**, 783-4.

Sereiskii (A.), Sluckaja (M.). — Sur la nature de la vernalisation. — *Bot. Zurn. S.S.S.R.*, 1934, **19**, 311-20.

Simpson (A.-C.). — Vernalization of lettuce. — *Nature*, Londres, 1943, **151**, 279-80.

Sircar (S.-M.). — Vernalization of rice by short days. — *Nature*, Londres, 1944, **153**, 378.

— Effects of low temperature and photoperiodic treatments on rice. Non publié, 1945, in Vernalization and photoperiodism, Waltham, Mass., U.S.A., 1948.

— Vernalization and photoperiodism in the tropics. — *Vernalization and photoperiodism, a symposium*, Waltham, Mass., U.S.A., 1948.

— Photoperiodic induction and the development of Growing Apex in Rice. — *Nature*, Londres, 1950, **165**, 855.

Sircar (S.M.), Parija (B.). — Vernalization of rice by short days. — *Nature*, Londres, 1945, **155**, 395.

Sironval (C.). — Relation entre la nature de l'insaponifiable des limbes et la floraison chez *Fragaria vesca* L. var. *semperflorens Duch.* — *Acad. R. Belg. Bull. Cl. Sci.*, 1950, **36**, n° 1, 779-83.

Somers (G.-F.), Coolidge (M.-H.), Hamner (K.-C.). — The distribution of thiamin and riboflavin in wheat grains. — *Cereal Chem.*, 1945, **22**, n° 4, 333-40.

Somon (E.). — Observations sur les plastes amylifères de Haricot, Cytise et Ricin, au cours du développement de la graine et pendant sa germination. — *Thèse Sciences*, Paris, 1945.

Sprague (G.-F.). — Experiments on iarovizing corn. — *J. Agric. Res.*, 1934, **48**, 1.113-20.

Sucha Singh, Greulach (V.-A.). — Effets of alpha-naphthaleneacetic acid and alpha-naphthaleneacetamide on the development of the cotton plant. — *Am. Jour. Bot.*, 1949, **36**, 646-51.

Tallarico (G.). — Il grano come alimento e come semente. — *Memorie della Reale Accademia d'Italia*, Rome, 1931, 3.

Tamm (E.), Preissler (R.). — Beiträge zur Keimstimmung und photoperiodischen Beeinflussung des Wintergetreides nebts einigen Vorversuchen mit Lein. — *Zeits. für Zücht*, 1937, Partie A, vol. 22, n° 1, 147-80.

Taranez (Mme A.). — Réactions photopériodiques après application de substances de croissance à la germination. — *C. R. Ac. Se.*, 1948, **226**, 1.538-9.

Taslanov (A.-N.), Pudovkina (Z.-M.). — Printanisation du coton. — *Borjba za Hlopok.*, 1934, n° 1-2, 150-5.

Terroine (Mlle Th.), Desveaux-Chabrol (Mme J.). — Le cours de la synthèse nicotinique dans la germination. — *C. R. Ac. Sc.*, 1947, **224**, 944-6.

— La synthèce de l'acide nicotinique au cours de la germination. — *Arch. Sc. Phys.*, 1947, **1**, 117-33.

Tumanov (I.-I.). — The physiological bases of winter hardiness in cultivated plants. — *Seljhozgiz*, Leningrad, 1940, cité par Whyte dans Vernalization and photoperiodism, 1948.

Turner (D.-M.), Burr (S.). — Vernalization of gardens crops. — *Gard. Chron.*, 1937, 3e série, **101**, 10.

Ulrich (R.) et Ildis (P.). — Quelques remarques sur la végétation des blés semés tardivement. — *C. R. Ac. Agr.*, 1949, **35**, 94-5.

Ulrich (R.), Leblond (Cl.). — Sur l'entreposage frigorifique des châtaignes en atmosphère contrôlée. — *C. R. Ac. Agr. Fr.*, 1947, **33**, 478-81.

Van de Sande Bakhuyzen (H.-L.). — Bloei en bloeihormonen in het bijzonder bij tarwe. — *Versl. landbouwhd. Onderz.*, Nederl., 1947; n° 53, 43, 69 p.

Vasiljev (I.-M.). — Facteurs de la vernalisation du blé. — *Doklady Akad. Nauk. S.S.S.R.*, 1934, **3**, n° 7, 533-9.

— *Trudy Inst. Severn. Zern. Hoz.*, 1939, n° 2. 3-28; *Seljhozgiz*, Moscow, 1939, analysé par Whyte : Crop production and environment.

Warne (L.-G.-G.). — Vernalization of lettuce. — *Nature*, Londres, 1947, **159**, 31-2.

Wattiez (N.) et Sternon (F.). — Eléments de chimie végétale. — Masson et Cie, Paris, 1935.

Whyte (R.-O.). — Crop production and environment. — Faber and Faber Limited, London, 1946.

Wieler (A.). — Die feinere Bau der Aleuronkörner und ihre Entotehung. — *Protoplasma*, 1943, **38**, 21-63.

Wort (D.-J.). — Printanisation du Blé « Marquis » et autres céréales de printemps. — *Bot. Gaz.*, 1939, **101**, 457-80.

— Responses of various spring wheats to vernalization. — *Plant. Phys.*, 1940, **15**, n° 1, 137-41.

— Phasic development of Marquis spring wheat and Fulhio winter wheat. — *Bot. Gaz.*, 1941, **102**, 725-37.

Zarubailo (T.-J.-A.), Kisijuk (M.-M.). — Conditions rencontrées au cours des transformations du Blé d'hiver en Blé d'été en tant que facteurs de variations héréditaires. — *Agrobiologija*, 1948, n° 3 ,29-32.

Zerling (V.), Cepikova (A.). — Du rôle des variations d'intensité des facteurs de la jarovisation. — *C. R. Ac. Sc. U.R.S.S.*, 1935, 1, fasc. 9, 472-6.

EXPLICATION DES PLANCHES

Les différents figures sont reproduites avec un grossissement de 1.250 diamètres.

Planche I.

NOYAUX

Fixations : Nawaschin : N. - Helly : H.
Colorations : Hématoxyline ferrique : Hmx. - Feulgen : F. - Feulgen-Hématoxyline : Yu.

A. - ORGE :

a) Coléoptile :

Fig. 1 : Germé un jour (1), épiderme (N-Hmx).
Fig. 2 et 3 : Germé un jour, parenchyme (N-Hmx).
Fig. 4 : Germé trois jours, épiderme (H-Yu).
Fig. 5 : Germé trois jours, parenchyme (H-Yu).
Fig. 6 : Germé quatre jours, épiderme externe (N-Hmx).
Fig. 7 : Germé quatre jours, épiderme interne (N.-Hmx).
Fig. 8 : Germé quatre jours, parenchme (N-Hmx).
Fig. 9 : P. 45 (2), épiderme externe (N-Hmx).
Fig. 10 : P. 45, épiderme interne (N-Hmx).
Fig. 11 et 12 : P. 45, parenchme (N-Hmx).
Fig. 13 : P. 45, paranchyme (H-Yu).

b) Jeunes feuilles :

Fig. 14 et 15 : germé trois jours, parenchyme (H-Hmx).
Fig. 16 et 17 : germé quatre jours, parenchme (N-Hmx).
Fig. 18 et 19 : P. 45, Parenchyme (N-Hmx).

(1) Pour simplifier, nous désignons ainsi des semences témoins germées, à la température de 25°C., pendant le nombre de jours indiqué.

(2) La lettre P. désigne des semences printanisées, le nombre placé à côté indique la durée du traitement exprimée en jours.

c) Méristème gemmulaire :

Fig. 20 : Germé un jour (N-F).
Fig. 21 : Germé deux jours (H-Hmx).
Fig. 22 : Germé trois jours (N-F).
Fig. 23 : Germé trois jours (H-Hmx).
Fig. 24 : Germé quatre jours (H-Hmx).
Fig. 25 et 26 : P. 45 (H-Yu).

d) Tigelle :

Fig. 27 : Germé un jour (N-Hmx).
Fig. 28 : Germé deux jours (H-Hmx).
Fig. 29 : Germé trois jours (N-F).
Fig. 30 : Germé quatre jours (N-Hmx).
Fig. 31 et 32 : P. 45 (H-Yu).

e) Cotylédon : :

Fig. 33 : Germé un jour, parenchyme (H-F).
Fig. 34 : Germé deux jours, parenchyme (H-F).
Fig. 35 : Germé trois jours, parenchyme (H-Hmx).
Fig. 36 : Germé quatre jours, parenchyme (N-F).
Fig. 37 et 38 : P. 45, parenchyme (N-Hmx).
Fig. 39 : Germé un jour, assise assimilatrice (N-F).
Fig. 40 : Germé deux jours, assise assimilatrice (H-Hmx).
Fig. 41 : Germé trois jours, assise assimilatrice (H-F).
Fig. 42 : Germé quatre jours, assise assimilatrice (N-Hmx).
Fig. 43 : P. 45, assise assimilatrice (N-Hmx).

B. - BLE :

a) Coléoptile :

Fig. 44 : Germé deux jours, parenchyme (H-Yu).
Fig. 45 : Germé trois jours, parenchyme (H-Hmx).
Fig. 46 : Germé quatre jours, épiderme (N-Hmx).
Fig. 47 : Germé quatre jours, parenchyme (N-Hmx).
Fig. 48 : P. 30, épiderme externe (H-F).
Fig. 49 : P. 30, parenchyme (H-F).
Fig. 50 : P. 45, épiderme externe (N-Hmx).
Fig. 51 : P. 45,parenchyme (N-Hmx).

b) Jeunes feuilles :

Fig. 52 : Germé deux jours, parenchyme (H-Yu).
Fig. 53 : Germé trois jours, parenchyme (H-Hmx).
Fig. 54 : Germé quatre jours, parenchyme (N-Hmx).
Fig. 55 : P. 30, parenchyme (H-F).
Fig. 56 : P. 45, parenchyme (N-Hmx).
Fig. 57 : P. 45, parenchyme (N-Hmx).

c) Méristème gemmulaire :

Fig. 58 : Germé un jour (N-F).
Fig. 59 : Germé trois jours (H-F).
Fig. 60 : P. 30 (H-F).
Fig. 61 : P. 45 (N-Hmx).

d) Tigelle :

Fig. 62 : Germé trois jours (H-F).
Fig. 63 : P. 30 (H-F).

e) Cotylédon :

Fig. 64 : Germé trois jours, parenchyme (H-F).
Fig. 65 : Germé trois jours, assise assimilatrice (H-F).
Fig. 66 : P. 30, parenchyme (H-F).
Fig. 67 : P. 30, assise assimilatrice (H-F).

C. - SEIGLE :

a) Coléoptile :

Fig. 68 : Germé quatre jours, parenchyme (H-F).
Fig. 69 : P. 45, parenchyme (H-F).

b) Jeunes feuilles :

Fig. 70 : Germé quatre jours, parenchyme (H-F).
Fig. 71 : P. 45, parenchyme (H-F).

c) Méristème gemmulaire :

Fig. 72 : Germé quatre jours (H-F).
Fig. 73 : P. 45 (H-F).

d) Tigelle :

Fig. 74 : Germé quatre jours (H-F).
Fig. 75 et 76 : P. 45 (H-F).

e) Cotylédon :

Fig. 77 : Germé quatre jours, parenchyme (H-F).
Fig. 78 : P. 45, parenchyme (H-F).
Fig. 79 : Germé quatre jours, assise assimilatrice (H-F).
Fig. 80 : P. 45, assise assimilatrice (H-F).

PLANCHE II

CHONDRIOME DU BLE

Fixation : Regaud.
Coloration : Hématoxyline ferrique.

a) Coléoptile :

Fig. 1 : Germé trois jours, parenchyme.
Fig. 2 : P. 30, parenchyme.
Fig. 3 : P. 45, parenchyme.

b) Jeunes feuilles :

Fig. 4 : Germé trois jours, parenchyme.
Fig. 5 : P. 17, parenchyme.
Fig. 6 : P. 45, parenchyme.
Fig. 7 : P. 100, parenchyme.

c) Méristème gemmulaire :

Fig. 8 : Germé trois jours.
Fig. 9 : P. 17.
Fig. 10 : P. 45.
Fig. 11 : P. 100.

d) Tigelle :

Fig. 12 : Germé trois jours.
Fig. 13 : P. 45.

e) Cotylédon :

Fig. 14 : Germé trois jours, parenchyme.
Fig. 15 : P. 100, parenchyme.
Fig. 16 : Germé trois jours, assise assimilatrice
Fig. 17 : P. 45, assise assimilatrice.

PLANCHE III

CHONDRIOME DE L'ORGE

Fixation : Regaud.
Coloration : Hématoxyline ferrique.

a) Coléptile :

Fig. 1 : Germé quatre jours, parenchyme.
Fig. 2 2: P. 45, parenchyme.

b) Jeunes feuilles :

Fig. 3 : Germé quatre jours, parenchyme.
Fig. 4 : P. 45, parenchyme.

c) Tigelle :

Fig. 5 : Germé quatre jours.
Fig. 6 : P. 45.

d) Cotylédon :

Fig. 7 : Germé trois jours, parenchyme.
Fig. 8 : P. 45, parenchyme.
Fig. 9 : Germé trois jours, assise assimilatrice.
Fig. 10 : P. 45, assise assimilatrice.

Planche IV

LIPIDES DE L'ORGE

Fixation et coloration : Liquide de Mévès.

a) Coléoptile :

Fig. 1 : Germé deux jours.

b) Jeunes feuilles :

Fig. 2 : Germé un jour, parenchyme.
Fig. 3 : Germé deux jours, parenchyme.
Fig. 4 : P. 45, Parenchyme.

c) Méristème gemmulaire :

Fig. 5 : Germé un jour.
Fig. 6 : Germé deux jours.
Fig. 7 : Germé trois jours.
Fig. 8 : P. 45.

d) Tigelle :

Fig. 9 : Germé un jour.
Fig. 10 : Germé deux jours.
Fig. 11 : Germé trois jours.
Fig. 12 : P. 45.

Planche V

LIPIDES DE L'ORGE

Fixation et coloration : Liquide de Mévès.

e) Cotylédon :

Fig. 1 : Germé un jour (assise assimilatrice + parenchyme).
Fig. 2 : Germé deux jours (assise assimilatrice + parenchyme).
Fig. 3 : Germé trois jours (assise assimilatrice + parenchyme).
Fig. 4 : Germé quatre jours (assise assimilatrice + parenchyme).
Fig. 5 : P. 45 (assise assimilatrice + parenchyme).

Planche VI

GLUCIDES DE L'ORGE

Fixation : Regaud.
Coloration : Eau iodo-iodurée.

a) Coléoptile :

Fig. 1 : Germé deux jours, parenchyme.
Fig. 2 : Germé quatre jours, parenchyme.
Fig. 3 : P. 45, parenchyme.

b) Tigelle :

Fig. 4 : Germé deux jours.
Fig. 5 : Germé trois jours.
Fig. 6 : P. 45.

c) Jeunes feuilles :

Fig. 7 : Germé deux jours, parenchyme.
Fig. 8 : Germé quatre jours, parenchyme.
Fig. 9 : P. 45, parenchyme.

d) Parenchyme du cotylédon :

Fig. 10 : Germé deux jours.
Fig. 11 : Germé trois jours.
Fig. 12 : P. 45.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 5

HISTORIQUE 9

1. *Le froid et la reproduction* 9
   a) Céréales 10
   b) Autres plantes 14
2. *La chaleur et la reproduction* 17
3. *La lumière et la reproduction* 18
4. *Le déterminisme de la reproduction* 20
5. *Hypothèses* 24
6. *But et plan du travail* 26

PREMIERE PARTIE

LE COMPORTEMENT DES PLANTES PRINTANISÉES 29

Chapitre premier. - *METHODES D'ETUDE* 31

1. *Technique de printanisation* 31
2. *Cultures expérimentales* 33
3. *Observations et mesures* 33

Chapitre II. - *ACTION DETERMINANTE DU FROID SUR LA REPRODUCTION* 36

ORGE 36

1. CROISSANCE 37
   1. *Semis de* 1948-1949 37
   2. *Semis de* 1950 40
      a) Semis échelonnés après une même durée de traitement 40
      b) Influence de la durée du traitement 41
2. REPRODUCTION 42
   1. *Mise en évidence de l'action du froid* 43
   2. *Influence de la date du semis* 44
      a) Semis hivernaux 44
      b) Semis échelonnés printaniers 46
   3. *Influence de la durée du traitement* 47
   4. *Résultats numériques* 47
   5. *Rendements* 51

BLÉ 52
1. Croissance 53
1. *Semis de* 1948-1949 53
2. *Semis de* 1950 55
a) Influence de la date du semis : semis échelonnés 55
b) Influence de la durée du traitement 57
3. *Croissance de la tige et accroissement pondéral de la plante* 58
2. Reproduction 61
1. *Influence de la date du semis* 61
a) Semis de 1948-1949 64
b) Semis de 1950 65
2. *Influence de la durée du traitement* 66
SEIGLE 69
1. Croissance 70
2. Reproduction 72
AVOINE 77
1. Croissance 78
2. Reproduction 79
TULIPES 83
1. *Expériences de* 1947-1948 84
2. *Expériences de* 1950-1951 85
CONCLUSIONS 85
Chapitre III. - *ACTION FAVORISANTE DU FROID SUR LA REPRODUCTION* 88
ORGES DE PRINTEMPS 88
1. *Semis normaux* (1947-1948) 88
2. *Semis spéciaux : effets rémanents de la printanisation* 90
a) Semis de 1948 90
— Croissance 91
— Reproduction 92
b) Semis des années 1949 et 1950 95
ÉPINARDS - *Spinacia oleracea* 98
NIELLE DES BLÉS - *Agrostemma Githago* 100
ŒILLET DE CHINE - *Dianthus chinensis* 101
MOUTARDE NOIRE - *Brassica nigra* 101
1. Croissance 102
1. *Influence de la date du semis : semis échelonnés* 102
2. *Influence de la durée du traitement* 103
2. Reproduction 104
1. *Influence de la date du semis* 104
2. *Influence de la durée du traitement* 105

MOUTARDE BLANCHE - *Sinapis alba* 107
RADIS - *Raphanus sativus* 109
CAMELINE - *Camelina sativa* 113
1. *Printanisation normale* 114
2. *Effets rémanents de la printanisation* 116
LUPINS 118
1. LUPIN BLANC - *Lupinus albus* 119
1. *Semis du 26 mars 1949* 119
— Croissance 119
— Reproduction 122
2. *Autres semis* 124
2. *Lupinus angustifolius* 125
3. *Lupinus hirsutus* 125
POIS CHICHE - *Cicer arietinum* 127
1. *Printanisation normale* 127
2. *Effets rémanents de la printanisation* 128
VESCE - *Vicia sativa* 132
FÈVE - *Vicia Faba* 137
1. *Printanisation normale* 137
2. *Effets rémanents de la printanisation* 138
POIS DE SENTEUR - *Lathyrus odoratus* 142
POIS 143
1. *Pisum sativum* 143
2. *Pisum arvense* et *Pisum elatius* 144
CORIANDRE - *Coriandrum sativum* 146
SAUGE - *Salvia Horminum* 149
PLANTAIN - *Plantago arenaria* 151
AGERATUM DU MEXIQUE - *Ageratum Mexicanum* 154
TOURNESOL - *Helianthus annuus* 154
GAILLARDE - *Gaillardia pulchella* 158
ŒILLET D'INDE - *Tagetes patula* 158
CONCLUSIONS - 159
Chapitre IV. - *ACTION LIMITEE OU INDIFFERENTE DU FROID SUR LA REPRODUCTION* 161
BLÉS DE PRINTEMPS 161
OIGNON - *Allium cepa* 164
Printanisation des bulbes 164
— Printanisation des graines 166
AIL - *Allium sativum* 166
ŒILLET - *Dianthus caryophyllus* 169
HARICOT 169

LIN - *Linum usitatissimum* 170
CAPUCINE - *Tropaeolum majus* 173
DIGITALE - *Digitalis purpurea, Digitalis gloxinioides* 174
LAVANDE - *Lavandula vera* 174
ZINNIA - *Zinnia elegans* 174
CONCLUSIONS 175
RESUME ET CONCLUSIONS 177

DEUXIEME PARTIE

LE ROLE DE LA PRINTANISATION DANS LE DETERMINISME DE LA REPRODUCTION 181

Chapitre premier. - *ETUDE DU MECANISME DE LA PRINTANISATION* 182
EXPÉRIMENTATION PAR LES TECHNIQUES BIOLOGIQUES 182
1. *Influence de la teneur en eau* 183
a) Teneur en eau normale des semences 183
b) Teneur en eau variable 185
2. *Rôle de l'atmosphère* 189
3. *Action de la lumière* 190
4. *Localisation des phénomènes de printanisation dans les semences* 194
a) Rôle respectif de l'albumen et de l'embryon .. 195
— Transplantation d'embryons sur des albumens étrangers 195
— Transplantation d'embryons sur des milieux variés 196
b) Rôle du coléoptile 198
c) Rôle de la première feuille 201
d) Rôle des racines 202
RECHERCHES CYTOLOGIQUES 203
1. *Techniques d'étude* 203
2. *Les constituants cellulaires* 205
a) Noyau 205
b) Chondriome 207
3. *Les transformations métaboliques des réserves* 209
a) Lipides 209
b) Glucides 210
c) Protides : aleurone 214
RECHERCHES BIOCHIMIQUES 218
1. *Les glucides* 218
a) Dosages dans les grains entiers 220
b) Dosages dans les plantules isolées 222
2. *Les composés azotés* 225

Action des vitamines et hormones végétales synthétiques 228
a) Lupin blanc 231
b) Blé Vilmorin 27 233
— Grains entiers 233
— Embryons isolés 234

Chapitre II. - *LE ROLE RESPECTIF DE LA PRINTANISATION ET DES FACTEURS EXTERNES DANS LE DETERMINISME DE LA REPRODUCTION* . . 237

Rôle de la température 238

Rôle de la lumière 239

1. *Culture à température constante avec appoint de lumière* 239
2. *Culture à température variable avec réduction de lumière* 242
3. *Culture à température variable avec addition ou réduction de lumière* 243
4. *Culture à température variable avec réduction de lumière après traitement à la lumière ou à l'obscurité* 245

DISCUSSION DES RESULTATS 249

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES 255

BIBLIOGRAPHIE 263

EXPLICATION DES PLANCHES 279

TABLE DES MATIERES 285

PLANCHES.

DEUXIÈME THÈSE

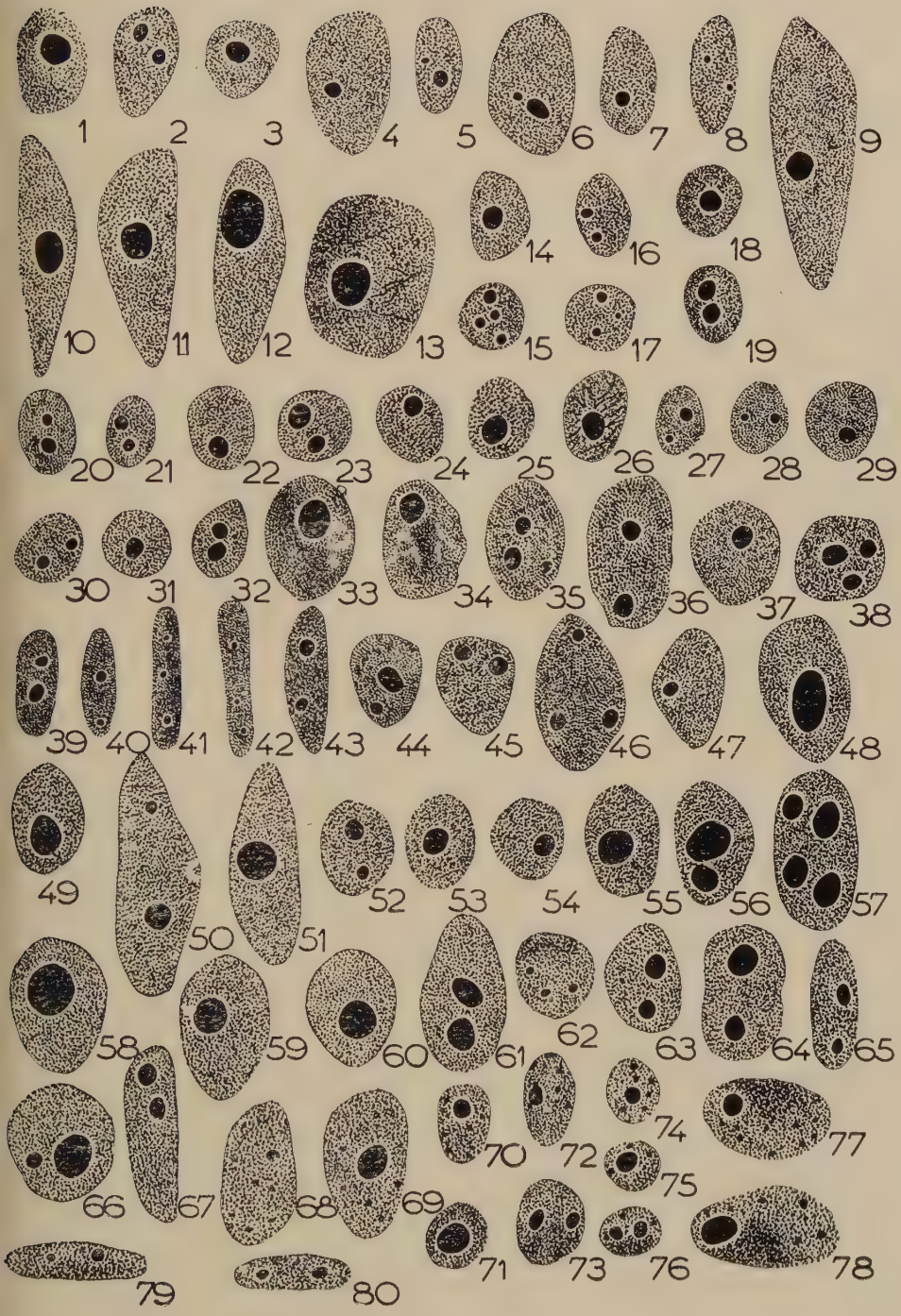
PROPOSITION DONNÉE PAR LA FACULTÉ :

LES SUBSTANCES MITOCLASIQUES ET LEUR EMPLOI EN CYTOLOGIE VEGETALE

Vu et approuvé :
Bordeaux, le 5 août 1952.
Le Doyen de la Faculté des Sciences,
G. BRUS.

Vu et permis d'imprimer :
Bordeaux, le 7 août 1952.
Le Recteur de l'Académie,
Président du Conseil de l'Université,
E. DELAGE.

PLANCHES


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80

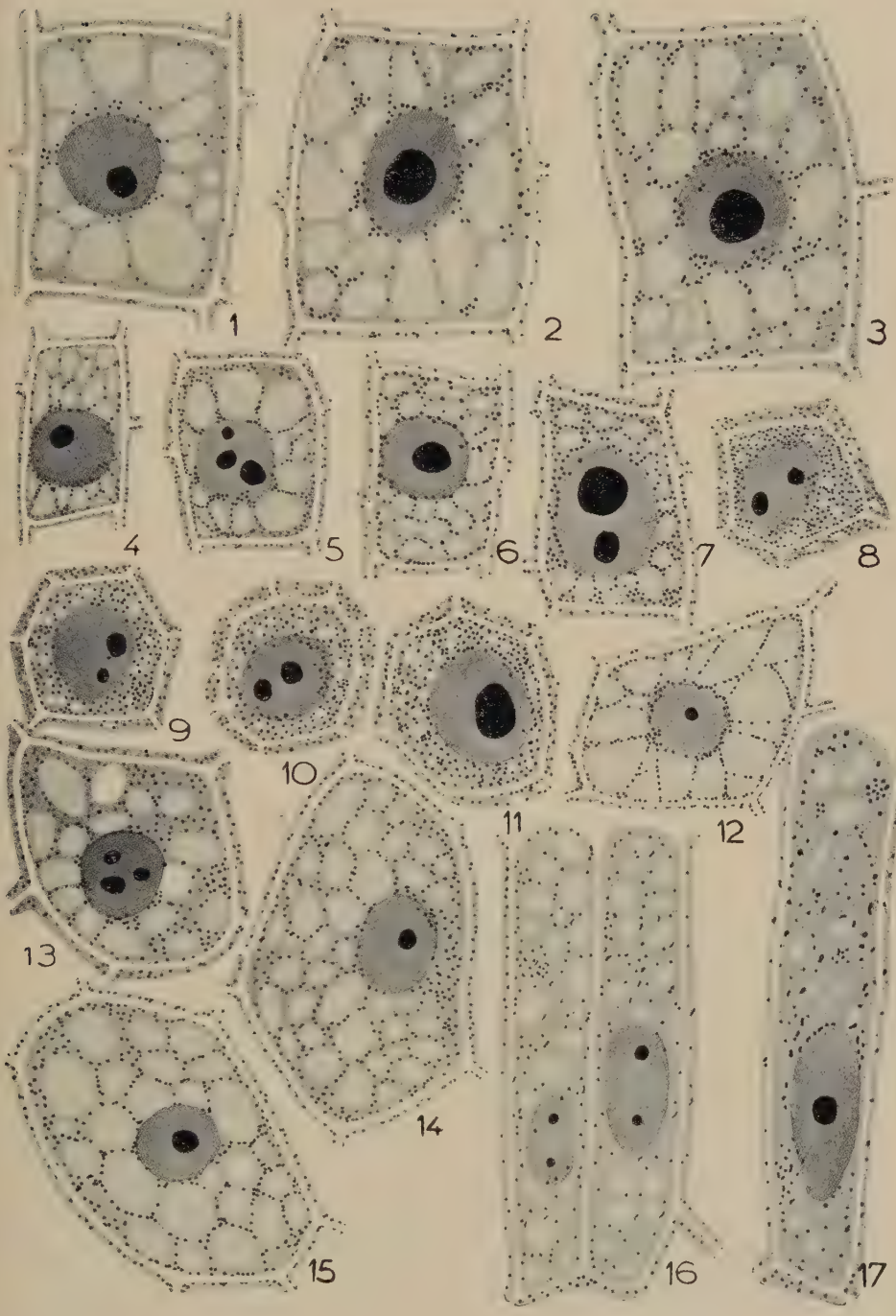
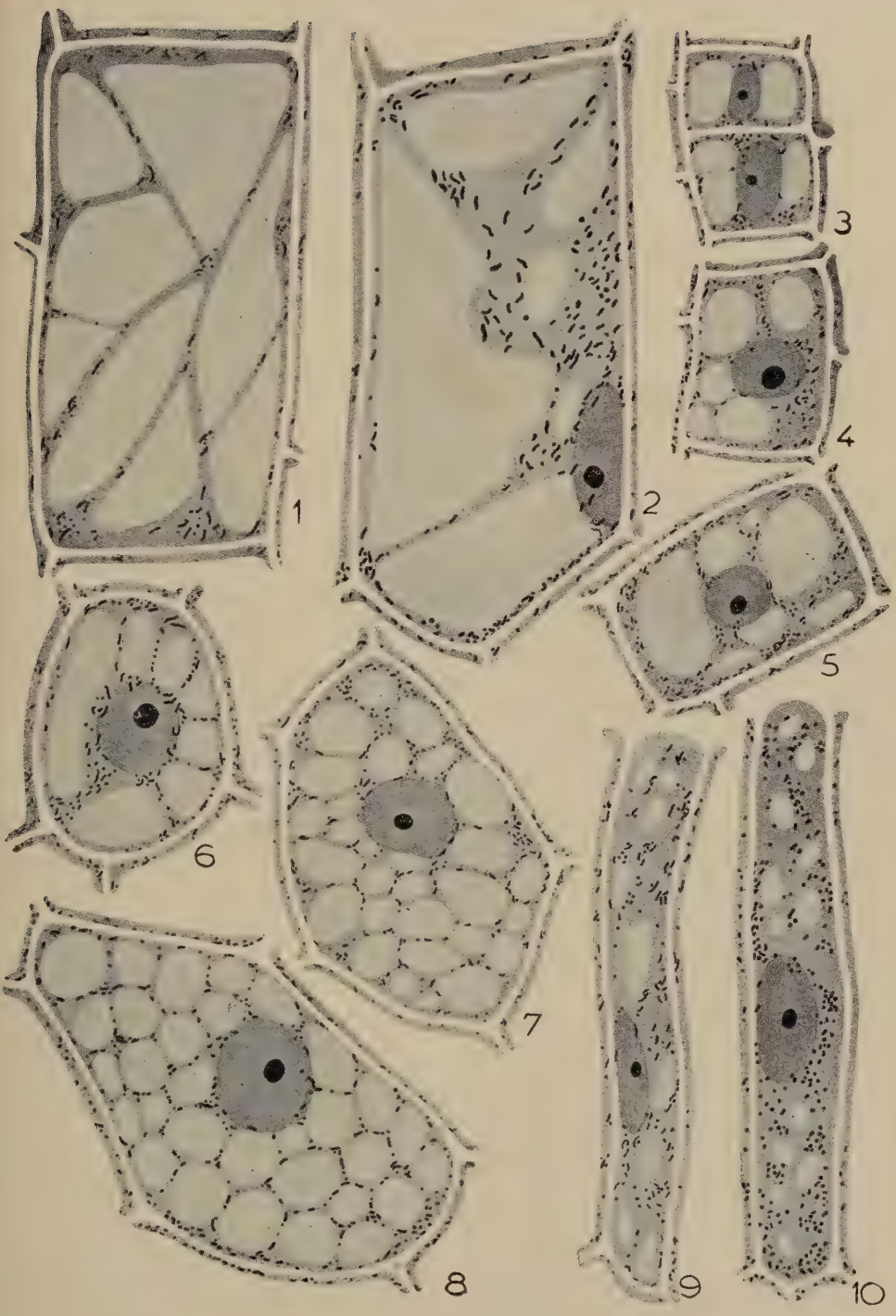
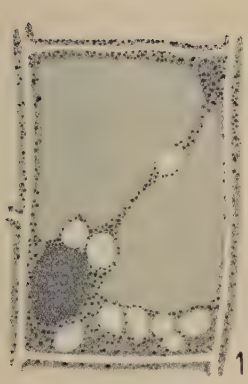
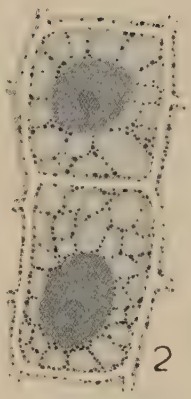
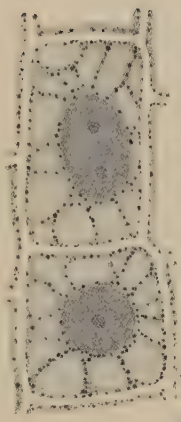

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17

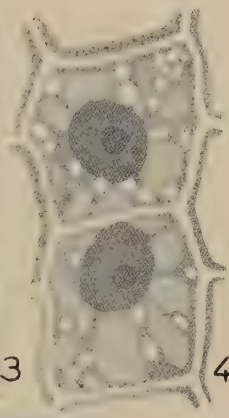
PLANCHE III

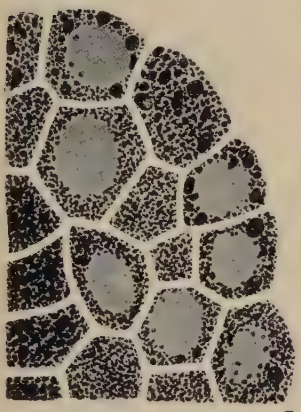


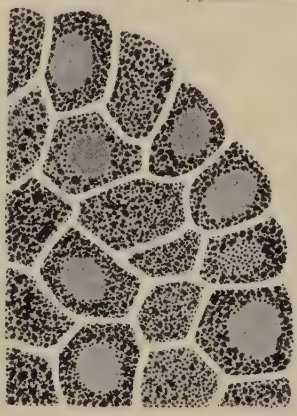

1

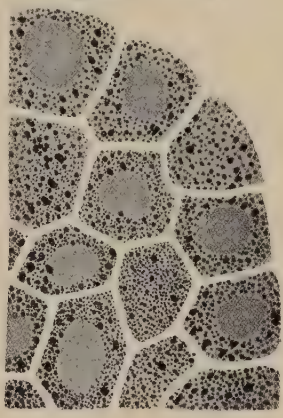

2

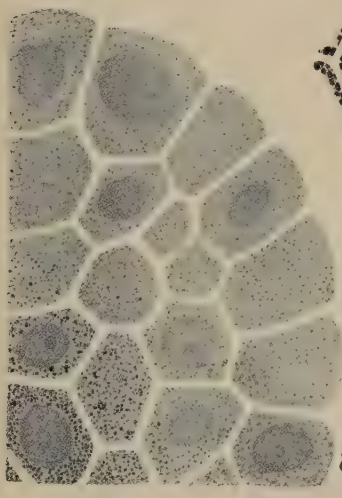

3

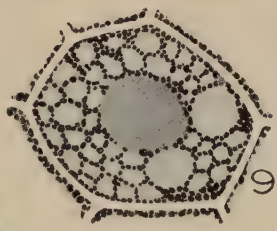

4

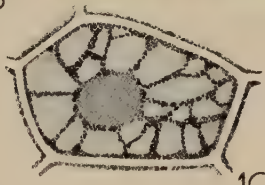

5

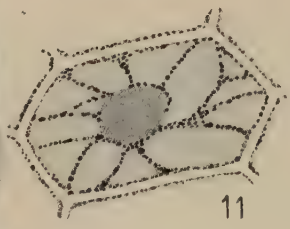

6


7


8


9


10


11

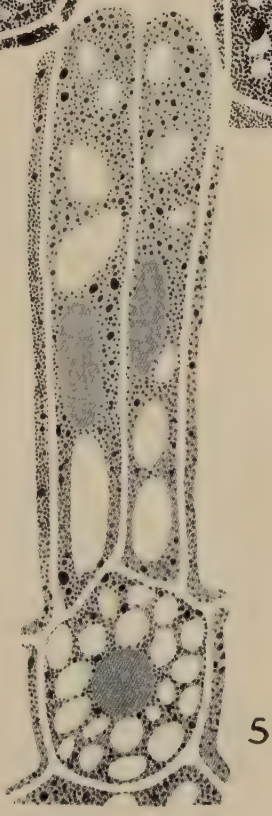
12

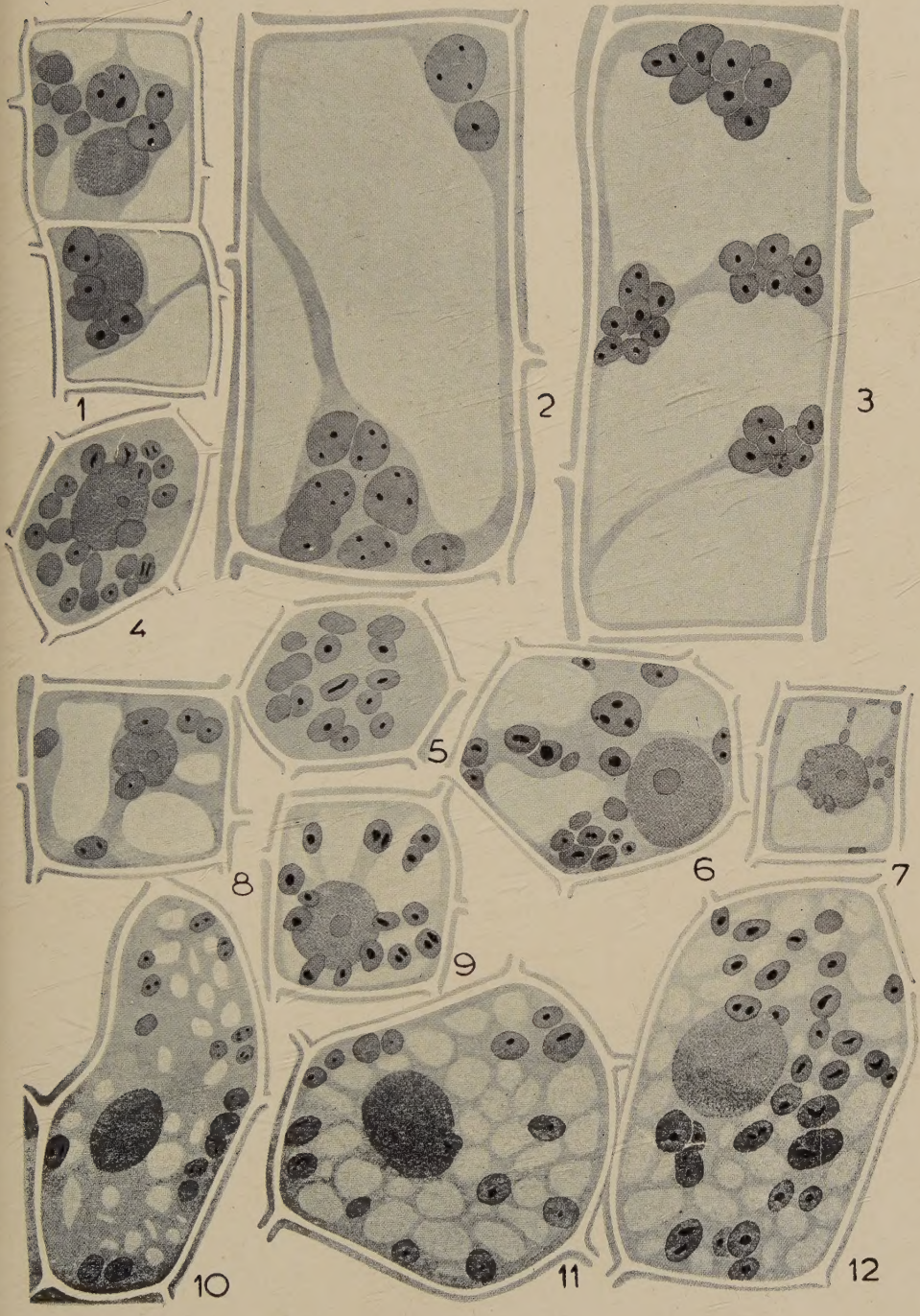
1

2

3

4


5


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12